

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HENRIQUE CESAR FLORES KLOECKNER

O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS E SUA
CONTRIBUIÇÃO PARA A COMPREENSÃO DA HISTÓRIA DA VIDA

CURITIBA

2020

HENRIQUE CESAR FLORES KLOECKNER

O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS E SUA
CONTRIBUIÇÃO PARA A COMPREENSÃO DA HISTÓRIA DA VIDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciatura em Ciências Biológicas, Setor de
Ciências Biológicas da Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Odisséa B. de Oliveira

CURITIBA

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo à minha mãe, que muito me ajudou a concluir esta minha segunda formação acadêmica, Ciências Biológicas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora deste estudo, professora Odisséa B. de Oliveira e ao meu professor de Evolução na faculdade de Ciências Biológicas, professor Erasto Villa Branco Junior, cujas aulas muito me auxiliaram a amadurecer no pensamento científico.

“E criou Deus os grandes peixes e toda alma viva que se arrasta, que as águas produziram segundo suas espécies, e toda ave segundo sua espécie. E viu Deus que era bom. (...) E foi tarde e foi manhã, quinto dia.” (Bereshit/Gênesis:1:21)

Mesmo antes do pensamento evolutivo ser desenvolvido, já havia, na humanidade, a intuição de que outras formas de vida vieram antes.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo analisar o percurso histórico dos livros didáticos aplicados no ensino da evolução das espécies, origem da vida na Terra e o que levou à construção de sua biodiversidade ao longo do tempo geológico. Para tanto, foi selecionado um livro didático de cada década para análise, a partir da década de 1930 até a década de 2010. Nesta análise, buscaram-se os elementos relevantes para o ensino de tais temas. Os resultados apontam uma radical mudança nos livros didáticos, tanto no conteúdo quanto no formato de desenvolvimento dos temas.

Palavras-chave: livros, evolução, seleção natural, vida na Terra.

ABSTRACT

This study aims to analyse the history of textbooks applied to teach evolution of species, the origin of life on Earth and whatever led through the growth of its biodiversity over geologic time. To this end, a textbook from each decade was selected for analysis, from the 1930s until the 2010s. In this analysis, relevant elements to teach such themes were sought. The results point to a radical change in the textbooks, both in content and in the format of developing the themes.

Keywords: textbooks, evolution, natural selection, life on Earth.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 ENSINO DE EVOLUÇÃO: UM TEMA RELEVANTE	12
2.1 ALGUNS ESTUDOS	13
2.2 O SOBRE O PRESENTE ESTUDO	16
3 EVOLUÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS	18
3.1 LIVRO DIDÁTICO DE 1935	18
3.1.1 Eras geológicas	18
3.1.2 História da biologia	20
3.1.3 Evolução	21
3.2 LIVRO DIDÁTICO DE 1941	23
3.3 LIVRO DIDÁTICO DE 1965	25
3.4 LIVRO DIDÁTICO DA DÉCADA DE 1970	28
3.5 LIVRO DIDÁTICO DE 1988	30
3.6 LIVRO DIDÁTICO DE 1998	31
3.6.1 Sobre a unidade I, ecologia	32
3.6.2 Sobre a unidade II, evolução	33
3.6.3 Sobre o capítulo 28, as grandes linhas de evolução	35
3.7 LIVRO DIDÁTICO DE 2008	36
3.7.1 Sobre o capítulo 44, origem da vida e evolução biológica	36
3.7.2 Sobre o capítulo 45, genética de populações e especiação	39
3.7.3 Sobre o capítulo 46, tempo geológico e evolução humana	41
3.8 LIVRO DIDÁTICO DE 2016	42
3.8.1 Volume 1, Capítulo 7: das origens aos dias de hoje	42
3.8.2 Volume 3, Capítulo 10: processos evolutivos	43
3.8.3 Volume 3, Capítulo 12: evolução humana	46

4 VIDA E EVOLUÇÃO EM ANÁLISE.....	48
4.1 ANÁLISE QUANTO AO CONTEÚDO SOBRE A ORIGEM DA VIDA.....	48
4.2 ANÁLISE QUANTO À EVOLUÇÃO E SELEÇÃO NATURAL.....	52
4.3 ANÁLISE QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDO.....	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho desenvolveu um levantamento sobre a teoria da evolução e da seleção natural darwiniana apresentada nos livros didáticos de ciências e biologia no Brasil a partir da década de 1930. Esta teoria relacionada à história da vida, apesar de não ter sido refutada por nenhuma outra que tenha base em critérios científicos, ainda encontra resistência à aceitação.

A história da educação brasileira é marcada pela presença dos Jesuítas, cujo caráter religioso imprimiu mais a missão de catequese do que educacional. O objetivo específico era a catequização e alfabetização dos indígenas na língua portuguesa, através da Companhia Missionária de Jesus, envolvendo indígenas que viviam na colônia brasileira.

Não podemos falar de conhecimento científico *stricto sensu* nas escolas daqueles tempos primordiais pois a base da construção de conhecimento era a racionalidade da filosofia, e não a experimentação e verificação através dos métodos científicos. Entretanto, o pensamento filosófico levou à criação do método científico ou método hipotético-dedutivo, que é um conjunto de regras básicas ou procedimento que produzem o conhecimento científico.

Foi com Roger Bacon (1214-1292), um frade franciscano estudioso inglês que buscava o fim da aceitação cega de certas ideias bastante divulgadas, como as de Aristóteles, consideradas como fatos mesmo sem provas, que as ideias de método científico começaram a surgir. Foi Roger Bacon o primeiro a defender a experimentação como fonte de conhecimento e um dos responsáveis pela base do empirismo. Tais ideias foram depois aperfeiçoadas por outros pensadores como Nicolau Copérnico (1473-1543), Galileu Galilei (1564-1642), Francis Bacon (1561-1626), René Descartes (1596-1650) e Auguste Comte (1798-1857).

O método científico também é chamado de método hipotético- dedutivo e foi usado por Alfred Russel Wallace e Charles Darwin para desenvolver a teoria evolutiva da seleção natural que tem os seguintes preceitos: “SE há organismos se reproduzindo, SE os descendentes herdam as características de seus progenitores, SE há variação nas

características, SE o ambiente não suporta todos os membros de uma população em crescimento, ENTÃO aqueles membros da população com características menos adaptadas, de acordo com o ambiente, MORRERÃO sem gerar descendentes, e aqueles membros com características mais adaptadas, de acordo com o ambiente, PROSPERARÃO” (AMABIS e MARTHO, 1998).

Acreditamos ser importante que os profissionais do ensino inseridos no contexto escolar de ensino fundamental e médio reflitam sobre seu papel no ensino da evolução das espécies e da seleção natural como teoria evolutiva, visando contribuir para a melhor compreensão dos seres vivos presentes no meio. Por exemplo, o ensino da evolução biológica pode ser mais produtivo se ocorrer por meio de situações cotidianas efetivamente problematizadas, como a evolução de um novo tipo de vírus, situação que estamos vivendo atualmente.

Neste estudo procuramos observar os aspectos históricos, epistemológicos e didáticos presentes nos livros didáticos que orientaram o ensino de seleção natural e evolução das espécies nas escolas brasileiras. Também serão analisadas as relações existentes entre a teoria da evolução darwiniana com outros conteúdos de biologia do ensino médio, como genética de populações, especiação e tempo geológico.

Considerando os problemas sociais e ambientais causados pelo progresso científico e tecnológico, é necessário que a escola ofereça uma ampla compreensão da biologia contextualizada dentro da teoria evolutiva da seleção natural. Estudar biologia sem compreender a evolução das espécies é semelhante a aprender funções e cálculo de derivadas sem saber fazer as operações básicas da matemática. A teoria da evolução explica a diversidade biológica existente e a que está por vir.

A seleção natural e a evolução das espécies ainda são percebidas pelo público em geral, particularmente entre os leigos, como algo distante, aparentemente sem influência direta sobre os demais fenômenos biológicos. Entretanto, neste ano de 2020 pudemos observar as consequências da evolução de um novo organismo causador de uma pandemia global, o novo coronavírus, surgido no ano de 2019, causador da covid-19.

A dificuldade de compreensão das relações existentes entre a teoria da evolução, a seleção natural e outros fenômenos biológicos pode levar o público a perceber a vida

como algo estático, favorecendo o surgimento de ideias fantasiosas, míticas, baseadas em superstições. Por isso, a importância da escola para inserir o embasamento científico sobre o mundo em que vivemos, nas pessoas que a frequentam.

Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar o percurso histórico do ensino da evolução das espécies e da seleção natural nos livros didáticos de biologia. Para tanto tem-se por objetivos específicos:

- Investigar os elementos que compõem os conteúdos para o ensino da evolução das espécies e da seleção natural nos livros didáticos da década de 30 até os dias atuais;
- Comparar o conteúdo dos livros didáticos sobre evolução com outros conteúdos relacionados, como origem da vida e da biodiversidade.

Este texto está dividido em sessões. Primeiramente, fazemos uma recapitulação de trabalhos que discutem sobre a evolução, bem como seu tratamento em livros didáticos. Em seguida, apresentamos o conteúdo de evolução em diversos exemplares de livros escolares de biologia. Finalizamos com análise do conteúdo, discussão e conclusão.

2 ENSINO DE EVOLUÇÃO: UM TEMA RELEVANTE

O ensino da evolução das espécies na escola muitas vezes é rodeado por polêmicas das mais diversas. Tais polêmicas podem ser causadas pelo paradigma de uma visão antropocêntrica do mundo, na qual a espécie humana seria o “fim da evolução”. Outro motivo para polêmica é a teoria científica da evolução das espécies entrar em conflito com explicações culturais e religiosas para a origem da vida no planeta Terra.

Em nossas observações em escolas, notamos que muitos estudantes, e até mesmo alguns docentes, veem a evolução como algo distante, tratando-a como uma ideia não-comprovada. Eles parecem não perceber que a evolução acontece todos os dias, algumas vezes diante de nossos olhos, até mesmo em questão de horas a nível microscópico, por exemplo. Todo ano há campanhas para vacinação contra o vírus da gripe comum. Muitos desconhecem que a vacinação acontece todo ano porque o vírus da gripe comum sofre a pressão seletiva do ambiente e assim a seleção natural darwiniana atua, fazendo o vírus evoluir de modo que a vacinação dos anos anteriores tornem-se inúteis.

Da mesma forma, em meados de março deste ano de 2020, cientistas ficaram preocupados com a possibilidade de que uma mulher supostamente teria sido infectada duas vezes com o novo coronavírus causador da pandemia covid-19. Tal preocupação justifica-se porque isso significaria que o novo coronavírus estaria a evoluir rapidamente, o que causaria uma calamidade pública ainda maior do que a pandemia original.

Sendo assim, é de suma importância que docentes e discentes compreendam a seleção natural e a evolução, pois esses fenômenos fazem parte do mundo em que vivemos e têm impacto direto em nossas vidas. Ainda que não seja objetivo deste estudo atuar junto a professores das escolas, acreditamos que, ao realizá-lo e disponibilizá-lo, podemos estar de certa forma contribuindo com futuros professores e professores atuantes, por meio da divulgação junto a estagiários do curso de licenciatura.

2.1 ALGUNS ESTUDOS

Realizamos a busca por estudos com a temática evolução em algumas revistas científicas online como Scielo e Google Acadêmico. A partir da busca, encontramos cerca de 12 artigos pertinentes com o tema, que seguem comentados abaixo.

Almeida e Falcão (2010) realizaram uma pesquisa sobre lamarckismo e darwinismo nos livros didáticos brasileiros e concluíram que a teoria de Darwin da seleção natural ocupa, nos livros, uma área maior do que a teoria da herança dos caracteres adquiridos. Teria sido, na década de 60 do século XX, no livro didático do projeto americano denominado Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) que pela primeira vez foi retratada a imagem do pescoço da girafa para, a partir dela, explicar a diferença de lamarckismo e darwinismo. (FRACALANZA, 1985)

Os autores destacam que as teorias de Lamarck foram deformadas diante da formulação original, julgado um teórico especulativo em contraste com Charles Darwin, considerado como modelo de cientista. Os autores destacam que lamarckismo e darwinismo são áreas teóricas comuns não descontínuas. De fato, tanto Darwin quanto Lamarck eram evolucionistas e a diferença entre eles deu-se no tocante à forma como a evolução das espécies ocorre. (ALMEIDA e FALCÃO, 2010)

Os autores Batista e Lucas (2013) apresentam em seu artigo uma abordagem acerca do papel dos valores cognitivos na compreensão de teorias biológicas, no caso, da seleção natural, com o objetivo de investigar o desenvolvimento de uma nova estratégia de abordagem para o ensino dos conteúdos evolutivos no ensino de Biologia. Considerável relevância é atribuída ao fato de que as práticas científicas devem ser compreendidas segundo seu contexto histórico-social.

No tocante ao escopo científico, Abrantes (2008) evidencia que, além das conhecidas resistências às exposições de Darwin – pelo fato de sugerirem a ancestralidade comum das espécies e as modificações das mesmas devido à seleção natural –, menos conhecidas são as críticas que se estenderam aos métodos utilizados por ele em suas pesquisas, notoriamente díspares aos padrões

indutivistas da época. Muitos cientistas desconsideravam a teoria darwiniana por a terem julgado insuficientemente apoiada nos fatos. (BATISTA e LUCAS, 2013, p.209)

Carneiro e Gastal (2005) evidenciaram a história da biologia que é veiculada nos livros didáticos das escolas. Para isso, eles analisaram três coleções de livros de biologia do ensino médio e outros livros universitários usados em cursos de formação de professores. Analisando esse material, eles observaram que a história da biologia apresentada é desvinculada do contexto cultural de cada período, e esse fato poderia levar o aluno a construir uma falsa representação da ciência.

Já o artigo escrito por Mariane Tavares da Silva e Charles Morphy Santos (2015) tem o objetivo de apresentar a seleção natural em momentos distintos da história da biologia evolutiva, de Darwin até a síntese estendida. Foi Charles Darwin quem descobriu que a variação acontece em larga escala nas populações e fica disponível para a ação da seleção natural. Então essa variação beneficia os portadores de fenótipos adequados na luta pela sobrevivência. Wallace chegou a conclusões semelhantes e praticamente ao mesmo tempo em suas pesquisas. O artigo apresenta a seleção natural em três momentos da história da biologia evolutiva, desde as ideias concebidas por Darwin-Wallace até a síntese estendida.

A Síntese Estendida da Evolução abrange conhecimentos advindos de inúmeras áreas da biologia importantes para a compreensão da história evolutiva dos organismos na Terra (epigenética, auto-organização, emergência, plasticidade fenotípica e módulos dinâmicos de padronização). Apesar da sua história recente – a necessidade de uma expansão da teoria evolutiva tem sido discutida apenas nos últimos 30 anos – as suas implicações dentro da biologia como um todo ainda não são completamente conhecidas. (...) Sendo assim um estudo que mostre como essa área irá influenciar as sub-áreas da biologia é necessário para se estabelecer a sua abrangência e implicações reais. (SILVA e SANTOS, 2015, p.59)

Segundo Do Carmo e Martins (2006), o cientista Charles Darwin é imediatamente relacionado à evolução orgânica para o público em geral. Entretanto os autores ponderam que há outro nome que aparece associado à teoria da evolução: Alfred Russel Wallace (1823-1913). Os historiadores consideram que esses dois cientistas chegaram independentemente ao conceito de seleção natural, pois as teorias apresentadas por ambos são bastante similares, e esse foi o motivo de amigos de Charles Darwin terem arranjado de ambos os cientistas apresentarem os resultados juntos em julho de 1858 à Linnean Society de Londres, publicando-os na revista dessa sociedade no mesmo ano. (CARMO e MARTINS, p.335)

Contudo, os autores citados acima destacam que Darwin e Wallace divergiam em alguns aspectos; por exemplo, quanto à seleção sexual. Diferentemente de Darwin, Wallace acreditava que as diferenças no tocante à ornamentação existente entre machos e fêmeas explicar-se-ia apenas pela seleção natural relacionada à força física. Wallace acreditava que a seleção sexual era restrita à disputa física entre machos pela posse de fêmeas. Wallace também considerava que a moral e as faculdades mentais dos humanos não podiam ser explicadas pela ação da seleção natural através de modificações de animais primitivos ou basais.

Dentro desse contexto histórico, destaca-se o artigo de Waizbort (2012), que aborda a palestra de Miranda Azevedo, “Darwinismo: seu passado, seu presente, seu futuro”, proferida nas Conferências Populares da Freguesia da Glória, em 1875. Tal palestra, pioneira em seu tempo, apresentou os conceitos de evolução, evolução humana, progresso e a ideia do homem como ápice da evolução e controlador das leis seletivas que regulam a natureza. Apesar de hoje serem antiquadas as ideias, considerando a síntese estendida, atualmente como a evolução das espécies é compreendida, a palestra tem grande valor histórico como uma das primeiras manifestações no sentido de reconhecer a teoria da evolução das espécies no Brasil. (WAIZBORT, p.327)

Apesar da teoria da evolução e a seleção natural ocuparem posição central nas ciências biológicas, as mesmas ainda não representam uma prioridade nos currículos escolares à altura de sua relevância para contribuir com o aprendizado de outros conteúdos de biologia e com as necessidades da sociedade (FUTUYMA, 2002).

2.2 O SOBRE O PRESENTE ESTUDO

Pautado na pergunta “Como tem sido desenvolvido, ao longo do tempo, nas escolas brasileiras, o ensino da evolução das espécies e da teoria da seleção natural desenvolvida pelos pesquisadores Darwin e Wallace?”, é que o presente estudo se desenvolve.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, com características de estudo de caso, de natureza bibliográfica, em que será traçado um histórico do ensino da teoria da evolução e seleção natural nos livros didáticos localizados no século XX e início do XXI. Configura-se, portanto, como um estudo reflexivo, crítico e compreensivo.

Inicialmente, a pretensão era analisar livros de todas as décadas do século XX e XXI, porém, devido à pandemia covid-19, o acesso às bibliotecas ficou limitado, tendo-se recorrido a sebos, material online e acervo da professora orientadora. Assim, os livros do século XX foram analisados a partir da década de 30.

Na primeira etapa do trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do assunto, utilizando, como referência, revistas on-line disponíveis no site da CAPES, Google Acadêmico e Scielo. Encontramos os seguintes temas de artigos pertinentes: (1) as teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil; (2) contribuições axiológicas à educação científica: valores cognitivos e a seleção natural de Darwin; (3) história e filosofia das ciências no ensino de biologia; (4) Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo; (5) o ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais; (6) uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin-Wallace à síntese estendida da evolução.

Na segunda etapa do trabalho, foi realizada pesquisa bibliográfica nos livros didáticos do século XX e início do XXI. Foram selecionados os volumes que tratam das temáticas relacionadas à evolução das espécies e teoria da seleção natural. Foram escolhidas as seguintes obras:

- i. LEITÃO, C. De Melo. **Curso Elementar de História Natural**. volume quarto biologia. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1935.

- ii. RIALVA, Rita Amil de. **Noções de Biologia Geral para o curso complementar e escolas normais**. 3ª edição. Rio de Janeiro: F. Briguiet & cia – editores, 1941.
- iii. **Biological Science – Molecules to Man (Blue Version)**. Houghton Mifflin Company: Boston, USA. Parte II traduzida e adaptada por KRASILCHIK, Myrian; CLEFFI, Norma Maria; DE MAGALHAES, Nícia Wendel. Impresso no Brasil em 1967.
- iv. FREITAS, Orlando T. **Biologia para a escola moderna**. São Paulo: Instituto brasileiro de edições pedagógicas, s/d.
- v. LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho. **Bio livro verde, Biologia 2º**. Quarta edição. São Paulo: Saraiva, 1988.
- vi. AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 2ª edição revista. São Paulo: Moderna, 1998.
- vii. UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. **Biologia volume único**. 3ª edição. São Paulo: HARBRA, 2008.
- viii. LOPES, Sônia. **Bio, volume 1 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.
- ix. LOPES, Sônia. **Bio, volume 3 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.

A terceira etapa consistiu na análise do conteúdo dos livros no tocante à origem da vida e às teorias da evolução biológica. Também foi realizada uma análise quanto à distribuição dos assuntos ligados à evolução biológica em cada livro.

3 EVOLUÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS

Passamos à descrição sobre os conteúdos presentes nos livros utilizados nas escolas brasileiras durante o século XX e início do século XXI, no que se refere especificamente aos conteúdos: evolução, seleção natural, e matérias correlatas.

3.1 LIVRO DIDÁTICO DE 1935

LEITÃO, Cândido de Melo. **Curso Elementar de História Natural**. volume quarto biologia. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1935. Como veremos, uma das características dos livros dessa época é ser dividido em muitos capítulos e as matérias que se relacionam não serem agrupadas em unidades, como são nos livros mais recentes.

3.1.1 Eras geológicas

As Eras geológicas são tratadas de forma aprofundada, considerando o conhecimento científico da época, no capítulo XXIII. Cabe observar que esse capítulo encontra-se na parte IV que trata do tema ecologia. Dentre os livros analisados, este é o único a colocar o estudo das Eras geológicas na parte que se estuda ecologia. Algo interessante neste livro encontramos logo neste capítulo sobre as Eras geológicas: uma linguagem poética, como no trecho abaixo transcrito:

(...) A natureza era severa e silenciosa. Nenhuma flor trazia a alegria de seus tons sanguíneos ou dourados à monotonia do verde, quase sem meias tintas, da folhagem persistente. E as árvores cresciam em desordem inextricável, sem tréguas, sem paradas, como nas atuais florestas pluviais. E entre o musgo do solo ou sobre os troncos ásperos rastejavam centopéas e embuás, aranhas pardacentas, insetos de colorido tristonho, pasto das lentas salamandras de

couraça. O ar era quasi vazio, sentindo-se apenas o adejar de imensas libélulas, de tristes efêmeras. Nem uma abelha, nem uma borboleta. Nenhuma voz cantava a alegria de viver, não se ouvia um apelo de amor, ou um grito de angústia. No silêncio e na monotonia começava o despertar da vida. (p. 327)

Além da poesia, o livro faz uma descrição pormenorizada das formas de vida, especialmente da flora, cuja descrição chega a ser semelhante à de um livro de sistemática vegetal. Quanto à fauna, mesmo sendo um livro de 1935, já descreve os dinossauros mais conhecidos da era mesozoica: saurópodes, terópodes, ceratopsídeos etc.

Começa descrevendo o Eon Arqueano, ressaltando que foi o tempo mais longo da história geológica da Terra. Posteriormente, segue descrevendo as Eras dos Eons Proterozoico e Fanerozoico: Era paleozoica, mesozoica, cenozoica, terminando com a Era denominada antropozoica, em referência ao aparecimento da humanidade. Para cada uma dessas Eras, o livro faz uma descrição da fauna e da flora presente. O autor não dá muita atenção à vida microscópica. Há algumas ilustrações da fauna e da flora, porém são desenhos em preto e branco.

É muito interessante observarmos a diferença de critério que este livro adotou para agrupar as Eras geológicas na mesma parte IV que trata de ecologia, pois junto a esta parte temos os temas “adaptação e mimetismo”, “simbiose e comensalismo”, “inquilinizismo e parasitismo”, “condições de repartição dos organismos e finalmente um dos nossos temas “panorama da terra nas éras geológicas”. Claramente o livro prestigia a abordagem da história natural da terra numa perspectiva ecológica, e não evolucionista ou paleontológica, até porque não entra em detalhes de paleontologia apesar da ciência já ser bastante desenvolvida em 1932, tanto que permitiu ao autor fazer comentários assertivos sobre a história da vida na terra, apesar do livro ser da primeira metade do século passado quando muitas descobertas ainda não tinham sido feitas.

3.1.2 História da biologia

O livro privilegia a história da biologia nos capítulos XXIV, XXV e XXVI, fazendo um longo estudo dos cientistas que construíram as ciências biológicas. Menciona como primeiro cientista Tales de Mileto, dentre os filósofos jônios. Destaca que o primeiro filósofo a falar de fósseis viveu no século VI a.C. Entre os filósofos cientistas da antiguidade, o livro menciona Empédocles, Demócrito, Hipócrates, Aristóteles e Galeno.

Dentre vários nomes mencionados no capítulo XXV, da renascença até Lineu, o livro cita João Afonso Borelli como criador da biologia experimental e Nicolau Steno (Nils Steensen) como fundador da paleontologia moderna. Destaca o período como de grande progresso no campo da anatomia, sendo que alguns órgãos descritos têm nomes provenientes de cientistas dessa época, como os túbulos de Malpighi, células, parênquimas. Nesta parte histórica, o livro dá atenção, em um subcapítulo, para a história da botânica, destacando que outrora os cientistas desacreditavam que as plantas fizessem reprodução sexuada, ressaltando que foi o botânico Rudolph Jacob Comerarius quem provou a sexualidade das plantas, através de experiências, publicando em 1694 uma obra intitulada “Carta sobre o sexo das Plantas” (p.365). Dentre os biólogos descritivos, ressalta em que cada cientista mais se destacou em botânica e zoologia. Dentre os biólogos fisiologistas, anuncia Charles Bonnet, estudioso da reprodução, como um dos precursores de Lamarck e Darwin.

No capítulo seguinte, temos a história da vida de Lineu, o pai da nomenclatura binária na biologia, detalhando inclusive a origem de Lineu a partir de uma família humilde cujo pai era pastor de igreja. Ressalta que, entre Linneu e o período que podemos considerar da biologia moderna, surgiram estudiosos conhecidos como filósofos da natureza que se dedicavam à explicação especulativa da natureza, abraçando todos os fatos conhecidos. Tais filósofos destacaram-se na Alemanha e na Escandinávia.

Não encontramos neste livro os debates sobre a origem da vida e os experimentos que os cientistas levaram a cabo para tirar suas conclusões e formular novas teorias, dados esses que constam nesta pesquisa nos próximos livros descritos. Porém este livro é bastante completo na descrição da trajetória de cada cientista. Neste capítulo XXVI, temos uma boa descrição da vida de Louis Pasteur, in verbis:

Luis Pasteur (1822-1895) nasceu em Dole, cidade da antiga província de Franche Comté. Foi professor do ginásio de Strasburgo, casando-se com a filha do reitor. Em 1855 foi como professor de química para Lille e quatro anos mais tarde para a Escola Normal de Paris. Começou suas pesquisas sobre os ácidos orgânicos, estudando a isomeria. Passou depois ao estudo das fermentações, e suas primeiras experiências foram feitas sobre a formação do ácido láctico. Sustenta que todas as fermentações são devidas a organismos microscópicos. São célebres seus estudos sobre o carbúnculo, a doença dos bichos da seda, a cólera das galinhas, a raiva, e é com razão considerado como fundador da bacteriologia. (p.387).

Inclusive o capítulo foca na indicação de quais cientistas deram nomes às coisas no mundo natural, como quando destaca que foi Flemming que, “estudando a cariocinese nos animais, dá a seus vários fenômenos os nomes atualmente usados, assim como o de cromatina para a substância fortemente corável” (p.389). Dentre outros pesquisadores, o livro apresenta neste capítulo XXVI o criador das expressões órgãos análogos e órgãos homólogos, Richard Owen (1804-1892), que também foi um estudioso de gorilas, lêmures e descreveu a ave pré-histórica *Archaeopteryx* (p.385).

3.1.3 Evolução

A evolução é tratada no último capítulo, o XXIV, intitulado “a evolução orgânica e sua explicação”, que é da parte V do livro, intitulada “história da biologia”.

No início do capítulo aborda o aparente conflito entre a religião cristã e a teoria da evolução. O livro claramente tenta fazer uma conciliação entre religião cristã e evolucionismo dizendo que, ao lermos o primeiro capítulo de Gênesis, encontramos “consubstanciados em seus versículos muitos dos princípios da evolução e verdades só reconhecidas nestes últimos anos: o começo da vida no seio dos mares primitivos, a grande evolução dos vertebrados”(p.391).

Depois dessas considerações a respeito do conflito entre religião e ciência, o livro passa a definir o que seria espécie, porém aprofunda este conceito de uma forma que

hoje não vemos nos livros de ensino médio. Para tanto, discute em 2 páginas e meia esta definição, sem chegar a uma conclusão. Diferentemente dos livros atuais que já definem espécie como sendo seres vivos que podem se cruzar e gerar descendentes férteis.

Quando aborda as teorias da evolução, o autor não dá enfoque exclusivo ao lamarckismo e darwinismo. Pouco diz sobre Lamarck e, quanto a Darwin, o foco parece ser muito mais a vida de Charles Darwin do que sua teoria da seleção natural.

Um diferencial deste livro é que, além de Lamarck e Darwin, traz outros cientistas que especularam ou estudaram o evolucionismo, tais como: Maurício Wagner, Carl Wilhelm Naegeli, Rosa, Wilhelm Roux, August Weisman, Ernst Heinrich Haeckel, Eimer, Dollo, Bergson, Richard Semon, Eugenio Rignano, Lotsy, Vignoli e Schiaparelli. Tais estudiosos abordavam a evolução de uma forma muito mais filosófica do que científica no sentido de utilização do método científico, ou seja, a racionalidade precedia a experimentação ou verificação. Por exemplo, segundo Cope e sua teoria do arquestetismo, “encontra-se a consciência na base da vida e o processo da evolução consiste na passagem dos atos conscientes aos atos inconscientes, ou seja num movimento retrógrado que o autor chama catagênese” (p.406-407).

Interessante observar que este livro traz um conceito que atualmente não é usado, a “evolução degressiva”, o que alguns chamariam de “involução”, quando há “degeneração a regressão de conjunto, quando a soma das subtrações é maior que a das adições, distinguindo outros dois tipos de regressão: a redução numérica das partes que pode preceder a diferenciação; e a regressão parcial de um órgão, relativamente a outros” (p.410-411). É o que aconteceu com a *Taenia solium* e com a *Taenia saginata*, que tiveram seu sistema digestivo degenerado com a evolução, tornando-se parasitas obrigatórios.

Evolução é o último capítulo do livro que se encerra citando os filósofos Du Bois, Raymond, Brunelli, Goethe e Kant, fazendo referências religiosas, como a seguinte: “Deixemos a outros procurar os confins da ciência, da filosofia e da religião, no caminho em que o homem ascende para Deus, medindo no arco breve da vida o seu destino imortal” (p.422).

3.2 LIVRO DIDÁTICO DE 1941

Este livro de Biologia era destinado para o curso complementar e escolas normais. Trata-se do livro: DE RIALVA, Rita Amil. **Noções de Biologia Geral para o curso complementar e escolas normais**. 3ª edição. Rio de Janeiro: F. Briguiet & cia – editores, 1941. Este livro possui um total de 42 capítulos, englobando praticamente todas as áreas da biologia: características gerais da matéria, biologia celular, digestão, respiração, circulação, bioquímica, sistema endócrino, biologia do desenvolvimento, sexualidade, reprodução, embriologia, tropismos, evolução, fisiologia, genética, ecologia, botânica, zoologia, paleontologia, história evolutiva da Terra, e até mesmo história da ciência da biologia na antiguidade, na renascença até Lineu e dele até nossos dias.

Neste livro, os capítulos estruturam-se de forma muito diferente dos livros modernos. Por exemplo, o assunto ecologia ou o assunto fisiologia são desenvolvidos em diversos capítulos, sem o livro agrupá-los propriamente dentro de uma unidade sobre ecologia ou sobre fisiologia.

O tema evolução é tratado de forma dispersa ao longo dos capítulos. Desse modo, observa-se que no capítulo XVII, intitulado “adaptação do ser ao meio”, a autora aborda as diferenças de lamarckismo e darwinismo; no capítulo XXXVI “o homem e sua natureza” é tratada a origem do homem e sobre as raças humanas; já o capítulo XXXVII, intitulado “distribuição dos seres vivos no tempo”, traz sobre a história da vida na Terra e períodos geológicos.

No capítulo XVII, o livro conceitua adaptação dizendo que há duas teorias para explicar a evolução, uma idealizada por Lamarck e outra idealizada por Darwin. O lamarckismo é explicado citando o próprio Lamarck: “não são os órgãos de um animal que determinam seus hábitos; são estes que, com o tempo, constituem a forma de seu corpo, o número e o estado de seus órgãos” (p.204).

O livro já menciona o exemplo do alongamento do tamanho do pescoço da girafa para diferenciar lamarckismo de darwinismo, exemplo clássico em livros didáticos brasileiros, junto à perda de membros que ocorreu com as serpentes como outro exemplo

para diferenciar as duas teorias. Também comenta que o maior foco de rejeição na teoria de Lamarck está na ideia da herança dos caracteres adquiridos.

Ao conceituar darwinismo, cita exemplo do esquilo voador e menciona objeções que Darwin encontrou ao apresentar sua teoria, destaca que alguns autores buscaram complementar o darwinismo com uma ideia de “pré-adaptação”. O capítulo encerra-se tecendo ligeiro comentário sobre a evolução convergente, citando como exemplo disso o tubarão, o ictiossauro e o delfim (golfinho), todos com formato hidrodinâmico semelhante apesar de distantes evolutivamente.

No capítulo XXIV procura-se definir o que vem a ser espécie e confronta a teoria fixista com a teoria da variabilidade. Ressalta a dificuldade de conceituar espécie devido à variabilidade fenotípica e genética, e destaca que alguns estudiosos chegaram a considerar plantas da mesma espécie como sendo espécies diferentes por causa da diversidade fenotípica. A primeira definição de espécie teria sido apresentada pelo botânico francês Tournefort em 1700, como: “o gênero compõe-se de plantas que se assemelham pela estrutura; as espécies compõem-se de plantas que se distinguem, no gênero, por caracteres particulares.”

Destaca que a hipótese de uma semelhança perfeita entre os indivíduos da mesma ascendência, implicando a da sua invariabilidade, acarreta forçadamente a teoria da fixidez das espécies, tal como acreditava Linneu que dizia: “*tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum Ens*”. Opondo-se à teoria da fixidez das espécies, tínhamos Geoffroy de Saint-Hilaire, Lamarck e Darwin, que defendiam a variabilidade, ou transformismo, ou, termo mais comum, o evolucionismo.

O capítulo XXXVII traz os períodos geológicos da terra apresentando um histórico da evolução da fauna e da flora, incluindo o Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico e Antropozoico.

Também descreve provas anatômicas, paleontológicas e embriológicas da evolução dos seres vivos. Provas anatômicas são apresentadas na comparação de apêndices homólogos, no caso, a asa de uma ave com um membro anterior humano. As provas embriológicas são ilustradas comparando-se a morfologia dos embriões de um

peixe, uma salamandra, uma tartaruga, uma galinha, um porco, um carneiro, um coelho e um humano.

3.3 LIVRO DIDÁTICO DE 1965

Biological Science – Molecules to Man (Blue Version). Houghton Mifflin Company: Boston, USA. Parte II traduzida e adaptada por KRASILCHIK, Myrian; CLEFFI, Norma Maria; DE MAGALHAES, Nícia Wendel. Impresso no Brasil em 1967.

O livro “Biologia das moléculas ao homem”, está dividido em duas partes. A primeira contempla 12 capítulos, sendo o capítulo 3 sobre lamarckismo e darwinismo e demais aspectos da teoria evolutiva. A parte II contempla 18 capítulos, sendo que o capítulo 18 aborda a evolução da espécie humana.

O capítulo 3 do livro tem como título “mecanismos da evolução dois pontos em comum”. O capítulo trata das primeiras ideias sobre evolução, lamarckismo, darwinismo, a influência de Malthus, adaptações relacionadas à seleção natural, experiências que confirmam a seleção natural, exemplos recentes de seleção natural.

Inicia destacando que a teoria da evolução de Charles Darwin não foi criada do zero, pois nos séculos XVI e XVII cogitou-se a possibilidade de haver evolução nos seres vivos, porém, na época, a ideia foi rejeitada em favor da crença de que as espécies eram imutáveis. Ou seja, cogitou-se a teoria da evolução mesmo no começo do surgimento das ciências biológicas, porém prevaleceu o fixismo. A teoria fixista que dizia que as espécies permaneciam tal como o Eterno as havia criado. O livro ressalta que até mesmo o avô de Charles Darwin, Erasmus Darwin, chegou a publicar um longo tratado, intitulado Zoonomia, no qual afirmava sua crença na probabilidade da evolução, porém sem apresentar qualquer hipótese para explicá-la.

O capítulo destaca então a obra de Jean Baptiste Lamarck sobre evolução no seu livro Philosophie Zoologique, publicado em 1809, coincidentemente no ano de nascimento de Charles Darwin. Aborda as leis que sustentam a teoria de Lamarck: lei do uso ou desuso e a lei da herança dos caracteres adquiridos. Aponta que Lamarck esforçou-se

para usar sua teoria para explicar as características físicas de diversos animais tais como cobras que não têm apêndices locomotores, aves aquáticas com membranas entre os dedos dos pés, aves pernaltas, chifres em animais que lutam através de batidas de cabeça.

O exemplo mais icônico mencionado por Lamarck e repetido em diversos livros escolares é a explicação para o longo pescoço da girafa. O livro ressalta que Lamarck explica o longo pescoço da girafa através de suas leis do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos, em que caracteres adquiridos durante a vida podem ser herdados pelas novas gerações.

Este capítulo fornece detalhes sobre a história das descobertas de Charles Darwin, mencionando a viagem com o navio Beagle pelo mundo, a influência que ele pode ter sofrido pelo trabalho de Malthus, e detalhes de como Darwin apresentou sua hipótese à sociedade inglesa. O livro traz trechos descritos pelo próprio Charles Darwin do quão maravilhado ele ficou com a natureza encontrada no Brasil e como fósseis encontrados na Argentina e a variedade de espécies de tartarugas e tentilhões das Ilhas Galápagos levaram-no a começar a cogitar a teoria da evolução.

No tocante à influência de Malthus, ressalta que as previsões do mesmo sobre a futura escassez de alimento, devido ao crescimento humano em progressão geométrica em contraste com o crescimento da produção de alimento em progressão aritmética, levaram Darwin a começar a idealizar a seleção natural para explicar a evolução das espécies. O livro possui um gráfico para os estudantes diferenciarem a progressão geométrica da progressão aritmética.

O livro menciona que Charles Darwin teve receio de publicar sua teoria por causa das pesquisas de outro cientista, Wallace, que desenvolveu um trabalho idêntico ao seu intitulado “a tendência das variedades de se afastarem indefinidamente do tipo original”, ensaio contendo uma teoria exatamente igual à teoria darwiniana. Ambos acabaram por publicar o trabalho juntos no “*Journal of the Proceedings of the Linnean Society*”.

Ao comparar a teoria de Darwin/Wallace com a teoria de Lamarck, o livro usa o exemplo das borboletas clara e escura da região de Manchester na Inglaterra, antes e

depois da revolução industrial, explicando sob o prisma de cada teoria a fim de compará-las, concluindo que a teoria aceita atualmente é a darwiniana.

Ao explicar detalhes da teoria da seleção natural de Darwin, o livro possui ilustrações de pombos derivados de um pombo basal, diferença fenotípica entre o porco selvagem e o porco doméstico, ressaltando que há algumas evoluções são causadas pelos humanos e outras ocorrem na natureza. O livro ainda menciona detalhes dos pássaros estudados por Darwin nas ilhas Galápagos, notoriamente importantes na obra de Darwin, “A Origem das Espécies”, *in verbis*:

Quando Darwin estudou certos pássaros, (“finches”) encontrados nas ilhas Galápagos, ficou impressionado com as diferenças notáveis nas formas e tamanhos dos bicos, conquanto os animais fossem todos muito semelhantes. Estes pássaros pertencem à subfamília Geospizinae que, nas Galápagos, se diferenciaram em catorze espécies, pertencentes a quatro gêneros. Os que vivem no solo, por exemplo, têm bicos fortes e largos, excelentes para partir sementes, seu principal alimento. Os que vivem nas árvores têm vincos curtos e espessos e se alimentam principalmente de insetos; entre estes há uma espécie que tem o bico muito longo e reto, semelhante ao do pica-pau, mas não tendo a língua longa dessa ave usa um espinho de cacto ou um peque no ramo para cavoucar os troncos das árvores, à procura de besourinhos ou de outros insetos. O bico de uma outra variedade é fino e alongado como o das aves canoras em, por causa disso, pensou-se, por muito tempo, que ela fosse também canora.

Assim, dentro desse pequeno grupo de pássaros, podem-se observar adaptações que lhes permitem sobreviver e reproduzir-se na variedade de ambientes das Galápagos. Eles estão aptos para aproveitar os alimentos geralmente comidos por outros tipos de aves que não existem no arquipélago para competir por esses alimentos. Tipos semelhantes de adaptações para diversos ambientes podem ser observados na maioria dos organismos. (Biologia, das moléculas ao homem, 1965, p. 49)

O capítulo 3 finaliza com outros exemplos de seleção natural, como o das bactérias que adquirirem resistência a antibióticos, e experiências que cientistas fizeram para comprovar a seleção natural, como o de expor ratos com fenótipos menos e mais

visíveis à predação por corujas, e verificando, nos resultados, que os ratos mais camuflados tiveram maior êxito em sobreviver.

Na parte II deste livro didático, temos o capítulo 18 dedicado à evolução das espécies humanas, contendo subcapítulos sobre “o estudo da evolução do homem”, “a procura de fósseis humanos”, “cálculo da idade de fósseis humanos”, e “reconstruindo a história da evolução humana”.

O capítulo ressalta que os biólogos estão convencidos de que a espécie humana evoluiu a partir de formas de vida não humanas e que alcançou o estágio atual pelos mesmos processos evolutivos que as outras espécies animais. Contudo o capítulo aponta exceções, pois o *Homo sapiens* é a primeira espécie que começou a compreender sua origem e a deixar anotados seus conhecimentos.

3.4 LIVRO DIDÁTICO DA DÉCADA DE 1970

FREITAS, Orlando T. **Biologia para a escola moderna**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas. Este livro não contém a data mas por buscas julgamos que seja um livro de meados da década de 70, dada sua citação em estudos desta década.

O livro começa expondo que a explicação para a diversidade da vida na terra era dada pela teoria criacionista que vinha acompanhada da ideia de fixismo, na qual as espécies não evoluíam. Dentro da teoria criacionista, o fundador da paleontologia, Cuvier, concebeu a ideia de cataclismas periódicos que davam azo à extinção de espécies e criação de novas espécies por uma entidade divina. Após essas observações, discorre sobre a teoria evolucionista.

Ressalta que a ideia de evolução das espécies é antiga e data da antiga Grécia. Anaximandro de Mileto (547 a.C.) já afirmava que os primeiros seres vivos teriam aparecido nos oceanos e eram semelhantes a peixes; depois avançaram para a terra firme e evoluíram dando finalmente o homem. Aristóteles (384-322 a.C.) falava de diferenciações graduais na escala da vida animal. Lucrécio (98 a.C.) acreditava em

desaparição e surgimento de espécies. Entretanto, temos um vácuo na Idade Média e o assunto só foi retomado com Linneu (1707-1778), Buffon (1709-1788), Erasmo Darwin (1731-1802), Darles Bonet (1720-1793), Goethe (1749-1832), e com Jean Baptiste de Monet, conhecido como Lamarck (1744-1829), este último responsável por introduzir o termo “evolução” na biologia.

O livro destaca o motivo pelo qual Lamarck não teve grande repercussão à época, pois sua teoria da herança dos caracteres adquiridos era facilmente contestada com exemplos da vida cotidiana, sem necessidade de experimentos: os judeus já faziam circuncisão há milênios e seus descendentes continuavam nascendo com prepúcio; os homens faziam a barba e seus descendentes continuavam tendo barba; alguns cachorros tinham a cauda amputada e seus filhotes continuavam nascendo com cauda etc.

Após apontar as contribuições dos primeiros teóricos da evolução, o livro passa a tratar da teoria da seleção natural de Charles Darwin (1809-1882). O livro ressalta a importância do trabalho de Thomas Robert Malthus, economista inglês (1766-1834) para Darwin formular sua teoria da seleção natural como mecanismo de evolução das espécies.

O livro enumera quatro postulados como fundamento da teoria desenvolvida por Charles Darwin: todos os animais e plantas tinham possibilidade de apresentar variações as mais diversas possíveis; normalmente o nascimento de indivíduos é maior do que a possibilidade que esses têm de obter alimento e sobreviver; esse último fato cria uma luta pela existência da qual apenas os mais fortes ou os mais bem-dotados para a vida sobrevivem. Os seres vivos fracos ou inadaptados morrem ou desaparecem. Os machos mais bem-dotados ganham a luta pela posse das fêmeas na esfera sexual. Os sobreviventes geram novos indivíduos e os caracteres que se criaram para melhor se adaptarem ao meio, perpetuam. Essa seleção natural, base de sua teoria, seria responsável pelo aparecimento e desaparecimento de espécies sobre a face da terra. Em seguida o livro menciona Alfred Russel Wallace.

É relevante ressaltar que alguns livros mais antigos, como este da década de 70, mencionam a evolução de raças humanas de forma semelhante à menção da evolução das espécies. Alguns livros chegam a fazer uma hierarquia entre raças humanas.

3.5 LIVRO DIDÁTICO DE 1988

LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho. **Bio livro verde, Biologia 2º**. Quarta edição. São Paulo: Saraiva, 1988.

O livro de Sônia Lopes aborda a evolução estudada em conjunto com o assunto genética de populações. Temos um capítulo sobre evidências da evolução, as teorias da evolução, populações e espécies e sua importância na evolução, fontes da diversidade genética nas populações, redução e preservação da variabilidade genética nas populações, e sobre o isolamento reprodutivo e origem das espécies.

O capítulo sobre evidências da evolução ressalta que, a princípio, acreditava-se no fixismo, ou seja, na imutabilidade das espécies, sendo tal ideia defendida até mesmo por naturalistas importantes como Carolus Linnaeus.

Destaca que o estudo da evolução refletiu no estudo comparado de organismos semelhantes, e nesse diapasão, conceitua homologia, analogia, irradiação adaptativa, evolução convergente ou convergência evolutiva, órgãos vestigiais. É mencionado como exemplo de órgão vestigial o apêndice vermiforme que parte do ceco, utilizado em animais vegetarianos para digerir a celulose, sugerindo que mamíferos que hoje são carnívoros ou onívoros tiveram um ancestral de hábito herbívoro.

O livro apresenta a embriologia comparada como uma evidência da evolução, trazendo um quadro comparativo entre diferentes espécies metazoárias. Nesse aspecto, traz como informação a teoria de Ernst Haeckel da recapitulação ou lei biogenética na qual os organismos passariam por fases que repetem estágios adultos de seus antepassados, teoria hoje descartada.

O livro ressalta a importância do estudo dos fósseis conceituando-os como qualquer indício da presença de organismos que viveram em tempos remotos na Terra, e não apenas a ossada fossilizada de algum animal. No mesmo capítulo, traz o conceito de tempo evolutivo e uma tabela reunindo as principais eras, períodos e épocas geológicas.

No capítulo 2, aborda especificamente as teorias da evolução, começando por apresentar a teoria de Lamarck, destacando duas das quatro leis que fundamentam a teoria de Jean Baptiste Lamarck: lei do uso ou desuso e lei da transmissão dos caracteres adquiridos. A teoria de Lamarck novamente então é desmentida com foco na falsidade da lei da hereditariedade dos caracteres adquiridos, muito embora a lei do uso e desuso também seja parcialmente falsa.

Quanto à teoria da evolução darwiniana, o livro elenca os princípios básicos das ideias de Charles Darwin, e apresenta a explicação de como o pescoço da girafa cresceu, comparando, pelo exemplo, a teoria de Darwin com a teoria de Lamarck. Não menciona o pesquisador Alfred Russel Wallace, que desenvolveu a teoria da seleção natural contemporaneamente a Charles Darwin.

Um pequeno subcapítulo é dedicado à teoria sintética da evolução ou neodarwinismo, que alia a teoria da seleção natural às descobertas genéticas posteriores. E a seguir, o livro parte para abordar conteúdo de genética de populações, relacionando-o com o conteúdo visto sobre evolução.

3.6 LIVRO DIDÁTICO DE 1998

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 2ª edição revista. São Paulo: Moderna, 1998.

O livro de AMABIS e MARTHO engloba toda a matéria dos três anos do ensino médio. A unidade I aborda sobre ecologia e traz, como tema do primeiro capítulo, a “breve história das origens”. Neste capítulo, temos os seguintes temas: ‘em busca das origens’, “a origem do sistema solar”, “a terra primitiva”, “a origem da vida”, e “a biosfera”.

Parece-nos equivocada a divisão feita neste livro, pois desloca assuntos, que, a nosso ver, estão ligados à evolução, para a unidade sobre ecologia. A origem do planeta Terra e da vida tem relação com ecologia apenas indireta, ao passo que são assuntos fundamentais para entendermos a evolução das espécies.

Outro equívoco, é finalizar o livro com o assunto evolução, este tema está na última unidade. As outras áreas da biologia não podem ser corretamente compreendidas sem compreendermos primeiro o conceito de evolução biológica e seleção natural. Os autores apresentam as interações ecológicas (interação inseto-planta, por exemplo), sem apresentar antes os mecanismos de evolução. Fazendo uma analogia, é como tentar construir um edifício sem pregar as estacas da fundação no chão. Assim como o edifício sem estacas, a tendência é esse conhecimento desmoronar, e o aluno precisar rever assuntos já estudados depois de estudar a evolução.

3.6.1 Sobre a unidade I, ecologia

No capítulo 1 da unidade sobre ecologia, temos como destaques: a teoria do Big Bang, explicando a origem do universo; sobre a formação do sistema solar; as condições climáticas na Terra primitiva e quais condições propiciaram o surgimento de vida; experimentos de Redi e Pasteur que derrubaram a hipótese da geração espontânea; o experimento de Miller-Urey sobre a origem da vida; e hipóteses sobre quais foram os primeiros seres vivos, heterotróficos ou autotróficos.

Um dos destaques deste capítulo é a discussão sobre a hipótese heterotrófica para origem da vida em contraponto à hipótese autotrófica. A hipótese heterotrófica é explicada com maiores detalhes, pois, à época a hipótese autotrófica ainda era algo novo. Entretanto, o livro não deixa de mencionar as novidades da hipótese autotrófica com a descoberta dos seres quimiolitoautotróficos. Então menciona a sequência do mecanismo de evolução dos seres vivos: primeiro o quimiolitoautotrofismo, seguido pela fermentação, depois a fotossíntese e a quimiossíntese, e por último a respiração aeróbia. O livro não menciona a primeira grande extinção em massa causada pelos seres fotossintetizantes, conhecida como holocausto do O₂.

3.6.2 Sobre a unidade II, evolução

O assunto “evolução” está na penúltima unidade, vindo apenas antes do assunto “biologia e saúde”. Apesar da crítica já feita de que o assunto “evolução” deveria começar a matéria de biologia, o livro acertadamente deixou o assunto “saúde” para a unidade seguinte. Sem compreender a evolução, os alunos podem não ter condições de compreender, por exemplo, por que não se pode tomar antibióticos indiscriminadamente, pois isso provoca pressão seletiva em bactérias, o que torna o medicamento ineficaz contra as gerações seguintes das bactérias, tornando o medicamento inócuo.

Nesta unidade, são tratados o conceito de evolução biológica, as evidências da evolução, as teorias de Lamarck e de Darwin, neodarwinismo, mutação gênica, recombinação gênica, frequências gênicas e especiação.

Na página 549, há o conceito de evolução biológica, dando destaque à diferença entre fixismo e darwinismo. Diferentemente de outros livros de décadas passadas, este não se preocupa em citar os nomes dos cientistas que eram fixistas e nem os nomes dos primeiros cientistas que questionaram o fixismo. Apenas menciona que “alguns biólogos começaram a questionar com maior vigor a imutabilidade das espécies”.

Em seguida, antes de tratar da diferença entre lamarckismo e darwinismo, destaca as evidências da evolução biológica. Dentre elas, o testemunho fóssil, a anatomia comparada e evidências moleculares, oferecendo maior destaque para a anatomia comparada. O livro cita as semelhanças embrionárias, a diferença entre homologia e analogia de órgãos, exemplificando com braço e mão humanos, nadadeira de golfinho, asas de morcego e asas de ave, inclusive com ilustrações.

Na página 551, aborda as ideias de Lamarck e usa o exemplo do pescoço das girafas, com ilustração, para desenvolver a teoria do uso e desuso e da transmissão dos caracteres adquiridos. Na página seguinte, repete a ilustração das girafas mas, desta vez, para explicar a teoria de Darwin da seleção natural.

Na página 552, a seleção natural de Darwin é explicada por meio de um subcapítulo epigrafoado como “ideias centrais do darwinismo” no qual as bases do darwinismo são explicadas assim: observação 1 + observação 2 = conclusão 1; conclusão 1 + observação 3 = conclusão 2; conclusão 2 + observação 4 = conclusão 3. Apesar de o

texto estar bem escrito, as numerações que o livro faz podem ser um pouco confusas para os estudantes.

Relata que as ideias que levaram Charles Darwin a elaborar sua teoria evolucionista surgiram durante os 5 anos da sua viagem no navio H.S.S. Beagle. Traz um pequeno mapa do arquipélago de Galápagos, mencionando os nomes das ilhas Fernandina, Isabela, Santiago, Marchena, Baltra, Santa Cruz, Floreana e São Cristóvão. Esse detalhe pode ser de grande valor aos estudantes pois auxilia no entendimento que, em cada uma dessas ilhas, espécies derivadas evoluíram de espécies basais existentes no continente, como foi o caso dos tentilhões. Conforme consta na página 554, *“em cada ilha, as populações colonizadoras sofreram adaptações específicas, originando diferentes variedades ou espécies muitas vezes típicas de cada ilha.”*

Dentre os cientistas que influenciaram Darwin, o livro cita o astrônomo John Herschel, o naturalista Alexandr Humboldt e o geólogo Charles Lyell, porém não menciona que influências seriam essas. Entretanto, ao mencionar Thomas R. Malthus, o livro ressalta que a influência seria nas ideias sobre luta pela vida e sobrevivência dos mais aptos. Além disso, cita a seleção artificial como uma dos fatores que auxiliou Darwin a formular a teoria da seleção natural. Segundo consta:

Darwin concluiu que os criadores de pombos, quando selecionam os reprodutores para constituir a próxima geração, atuam de maneira similar à seleção natural, escolhendo os animais que têm características de interesse. Na natureza, a “escolha” dos indivíduos que se reproduzem resulta de um grande conjunto de fatores, que constituem a seleção natural. (p 555).

Após este apanhado histórico, prossegue com a Teoria Sintética da Evolução, também chamada erroneamente de Neodarwinismo, apresentando a genética ligada à seleção natural, demonstrando que a evolução pode ocorrer por mutação gênica e recombinação gênica, seguidas do processo de seleção natural. É apresentado o processo de melanismo industrial que ocorreu com as borboletas *Biston betularia* na área industrial da Inglaterra. Além disso, é mencionado como acontece a resistência a antibióticos por parte de bactérias e resistência ao DDT por parte de moscas.

Dentro deste capítulo há um subcapítulo tratando da genética de populações, trazendo o conceito de população mendeliana, a frequência dos alelos de um gene em populações mendelianas, as condições para o equilíbrio de Hardy-Weinberg e a importância do princípio de Hardy-Weinberg.

O processo de especiação por anagênese e cladogênese ocupa a última parte do capítulo 27. Neste subcapítulo, se ressalta que, na maioria dos casos, a formação de novas espécies dá-se por cladogênese, envolvendo três etapas sequenciais: isolamento geográfico, diversificação gênica e isolamento reprodutivo.

3.6.3 Sobre o capítulo 28, as grandes linhas de evolução

Este capítulo apresenta as relações de parentesco evolutivo, ou seja, a filogenia entre os grupos de seres vivos que evoluíram na Terra, notadamente a origem e evolução dos hominídeos. Trata-se de um capítulo curto que começa com um grande quadro apresentando eras, períodos e épocas, desde o período pré-cambriano, passando pela era paleozoica, mesozoica até chegar ao período quaternário da era cenozóica. No quadro, há descrição das formas de vida existentes em cada época, do clima e dos principais eventos geológicos. Este tipo de quadro comparativo nos parece muito útil para mostrar quão rica é a história natural do nosso planeta.

Uma crítica que pode ser feita é com relação ao conteúdo pouco detalhado no capítulo, que visa apenas a dar uma visão geral da história da vida na Terra, abstendo-se de entrar em detalhes, talvez, em parte, devido à pouca segurança que as teorias tinham na época. Os autores expressam-se com reserva ao fazer certas afirmações, tais como: “foi provavelmente a partir desse grupo que evoluíram os tetrápodes” (referindo-se ao *Latimeria chalumnae*, o peixe celacanto).

A parte que trata dos hominídeos também é sucinta, citando brevemente o gênero *Australopithecus*, o *Homo habilis*, o *Homo erectus*, o *Homo sapiens* e o *Homo neanderthalensis* como uma subespécie que conviveu com o *Homo sapiens*. O livro menciona que o *Homo neanderthalensis* fazia rituais fúnebres pelo fato de seus mortos serem enterrados com suas armas.

3.7 LIVRO DIDÁTICO DE 2008

UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. **Biologia volume único**. 3ª edição. São Paulo: HARBRA, 2008. Este livro engloba toda a matéria dos três anos do ensino médio, tendo como assuntos: unidade 1, o estudo da vida; unidade 2, o estudo da célula; unidade 3, o metabolismo celular; unidade 4, reprodução e embriologia animal; unidade 5, histologia animal; unidade 6, os grupos biológicos; unidade 7, reino animalia; unidade 8, fisiologia animal; unidade 9, reino plantae, unidade 10, morfofisiologia vegetal; unidade 11, genética; unidade 12, evolução; unidade 13, ecologia.

3.7.1 Sobre o capítulo 44, origem da vida e evolução biológica

A primeira coisa que podemos observar na unidade 12 deste livro, que trata sobre evolução, é uma maior interdisciplinaridade. A unidade começa apresentando matéria de astronomia e descrevendo a possibilidade do surgimento de vida em outros planetas. Em seguida, apresenta um quadro sobre o pensamento criacionista e um histórico da descoberta da biogênese em contraste com a abiogênese, ou surgimento espontâneo de vida.

O livro é bastante completo no estudo do surgimento da vida, sendo um dos únicos analisados a apresentar a hipótese de Oparin para o surgimento da vida na Terra. Ele aprofunda em experiências que puderam respaldar o surgimento da vida, tal como o experimento conduzido por Stanley Miller e Harold Urey em 1950 que resultou na criação de compostos orgânicos, microsferas, protocélulas, micelas, lipossomos e coacervados, formados a partir de mistura de gases e descargas elétricas.

Entre a hipótese heterotrófica e autotrófica para as primeiras formas de vida, aponta a primeira como sendo a mais provável, porém, focado em descobertas mais recentes, os autores colocam uma pequena nota dizendo:

Ideias recentes, relacionadas à hipótese autotrófica, admitem que os primeiros seres vivos podem ter sido microrganismos autótrofos primitivos, semelhantes às arqueas atuais, que, por meio da quimiossíntese ou mecanismo similar, poderiam produzir a matéria orgânica necessária à alimentação e multiplicação dos primeiros microrganismos heterótrofos fermentadores. (p.1015).

O livro menciona que o oxigênio atmosférico foi criado pelos primeiros organismos fotossintetizantes, cianobactérias, e cita sobre seus fósseis, os estromatólitos. Porém, uma falha observada é não comentar que o evento que encheu a atmosfera terrestre de oxigênio também causou a primeira grande extinção em massa da Terra, extinção dos microrganismos que eram sensíveis à toxicidade do oxigênio.

Na página 1016, traz a hipótese “mundo do RNA”, algo que não estava presente nos livros citados anteriormente. Nessa hipótese, os primeiros organismos seriam portadores de RNA, então todos os organismos atuais compartilhariam ancestrais via material genético do RNA. Seriam os vírus de RNA que teriam originado o material genético DNA, então o DNA permaneceu nas células hospedeiras e gerou os três domínios: Bactéria, Archaea e Eukarya. Trata-se de uma rica contribuição que leva o aluno a refletir sobre a relação entre evolução e genética molecular.

O tema evolução biológica, propriamente dito, se inicia com um breve histórico, mencionando que a ideia fixista começou com Aristóteles, que embasou as ideias religiosas e lamarckistas ao afirmar que os organismos eram distribuídos segundo uma escala que ia do mais simples ao mais complexo e cada ser vivo nessa escala tinha seu lugar definido. Essa ideia aristotélica perdurou por 2 mil anos e considerava as espécies fixas e imutáveis. Então o pensamento transformista em relação às espécies surgiu lentamente através de diversos cientistas, porém o livro não faz um histórico desses cientistas como outros fazem.

Vale destacar que ao conceituar evolução biológica, ressalta que nem sempre a evolução implica aperfeiçoamento (no sentido de deixar o organismo mais complexo); algumas vezes a evolução leva à simplificação do organismo da espécie, como foi no caso da *Taenia* sp.

Poucos livros nas análises mencionam ou fazem paralelo do evolucionismo com ideias religiosas ou criacionistas. Este é um desses livros. O livro traz um quadro intitulado “fique por dentro” mencionando a ideia de design inteligente, *in verbis*:

Mais recentemente, surgiu uma nova concepção, mais próxima do criacionismo e que recebeu o nome de design inteligente. Para os defensores dessa tese, uma mão divina moldou o curso da evolução. Isso porque, dizem, alguns sistemas biológicos são tão complexos e as diferenças entre as espécies são enormes demais para serem explicadas apenas pelo mecanismo de evolução. (p.1018).

Antes mesmo de começar a discorrer sobre Lamarck e Darwin, os autores optaram por apresentar primeiro as evidências da evolução. Dentre elas mencionam os fósseis, evidências anatômicas e embriológicas, estruturas vestigiais, evidências bioquímicas relacionadas a determinadas moléculas comuns a muitos seres vivos.

Diferente de outros livros, esta obra conceitua adequadamente o que são fósseis, contudo deixa de mencionar que os fósseis são formados por rochas sedimentares. Seria uma oportunidade para rever conteúdos de geologia do ensino fundamental, explicando rapidamente sobre rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Vale ser dito que o livro é muito bem ilustrado. Na parte de evidências da evolução, temos imagens do fóssil da *Archaeopteryx*, insetos conservados em âmbar, uma resina vegetal fossilizada, folha fossilizada de 40 milhões de anos ainda com material orgânico. Há ilustrações de comparações anatômicas de vertebrados (membro anterior de gato, de golfinho, de morcego e de humano) porém falha em não mencionar que são “membros homólogos”. Há ilustração do desenvolvimento embrionário de peixe, anfíbio, réptil, ave e humano. Traz também uma ilustração do apêndice vermiforme humano atrofiado comparado com o do coelho herbívoro bem desenvolvido, fato que demonstra que os humanos tiveram ancestrais herbívoros.

Uma evidência evolutiva importante que este livro destaca é a bioquímica, citando como exemplo a molécula do citocromo C, molécula da cadeia respiratória. Traz um cladograma com um peixe, uma tartaruga, um pato, um porco, um macaco e um humano

nele, com os pontos de ramificação na curva indicando a diferença no número de aminoácidos entre o citocromo C nesses vertebrados.

Sobre o tema lamarckismo e darwinismo, de forma sucinta ressalta que a diferença fundamental entre as teses de Darwin e de Lamarck está no mecanismo de atuação do meio ambiente. Assim, para Lamarck, o meio atua induzindo a modificações nos seres vivos, enquanto que, para Darwin, o meio ambiente apenas seleciona as variedades, preexistentes, que estejam melhores adaptadas para sobreviver e reproduzir.

Muito apropriadamente, descreve a viagem de Charles Darwin a bordo do navio Beagle, para destacar o método científico dizendo que “o trabalho de um cientista envolve a observação de fatos, a elaboração de uma hipótese e a realização de experimentos que possam confirmar a hipótese para então surgir uma teoria” (p.1025). A etapa da observação de fatos ter-se-ia dado durante a viagem no Beagle, e assim montou sua hipótese de seleção natural. Para confirmar a hipótese, Darwin recorreu à seleção artificial feita pelos humanos com pombos-correio e outros dados advindos de criadores de animais e plantas.

Finaliza o capítulo com teoria sintética da evolução, união entre darwinismo e genética, e apresenta os três possíveis tipos de seleção natural: seleção direcional, seleção estabilizadora e seleção disruptiva. Os alunos só podem compreender o mecanismo de funcionamento desses três tipos de seleção conhecendo a genética de populações, tema abordado no capítulo 45.

3.7.2 Sobre o capítulo 45, genética de populações e especiação

Inicia com o estudo desenvolvido por pesquisadores da universidade Cornell, que aponta a diferença de tamanho entre as diversas raças de cachorro: cães de raças de pequeno porte têm em comum uma sequência de DNA no gene associado à fabricação de um hormônio semelhante à insulina, o IGF-1, que influencia no crescimento do animal. Os pesquisadores estimaram que a mutação nesse gene ocorreu há mais de 10 mil anos e espalhou-se pelos continentes por causa de fatores como a migração humana. A nosso ver, falar desse estudo foi uma forma de despertar a curiosidade dos alunos para

entenderem o fenômeno através do estudo da genética de populações e, ao mesmo tempo, relacionar com a matéria anteriormente vista de seleção artificial.

Em seguida indaga se as características dominantes seriam sempre as mais frequentes. Sem responder diretamente sim ou não, o livro passa à resolução de um problema prático de genética de populações envolvendo binômio de newton e a quantidade de genes e alelos para albinismo numa determinada população. Então apresenta os fatores que alteram a frequência gênica: cruzamentos preferenciais, deriva genética, migração, mutação genética e seleção natural. Após, destaca o conceito do equilíbrio de Hardy-Weinberg, mencionando que é uma população teórica, pois, na prática, a evolução está frequentemente ocorrendo.

Define espécie de forma clássica, em que indivíduos da mesma espécie podem cruzar e gerar descendentes férteis. Nada mais é aprofundado a esse respeito. São apresentadas as duas formas de especiação, alopátrica e simpátrica, ilustrada com desenhos de coelhos no caso da alopátrica. Além disso, um quadro define o anagênese e cladogênese.

Outro tipo de especiação abordada é a poliploidização, que acontece particularmente em plantas, quando há erros meióticos envolvendo uma falha na separação dos cromossomos homólogos, formando indivíduos poliplóides; a formação de gametas diploides leva à formação de indivíduos tetraplóides. O livro tem um quadro explicativo com desenhos dos cromossomos na espécie parental, nos gametas e no descendente resultante, para facilitar a compreensão.

Neste capítulo ainda constam os modos de isolamento reprodutivo: pré-zigóticos e pós-zigóticos. Entre os pré-zigóticos, estão listadas diferenças comportamentais, barreiras mecânicas, amadurecimento sexual em épocas diferentes e utilização de habitats diferentes. Entre os pós-zigóticos, são explicadas mais detalhadamente: a inviabilidade do híbrido, a esterilidade do híbrido, a esterilidade e fraqueza da geração seguinte. Esses elementos são citados como mecanismos que levam à especiação, pois impossibilitam o cruzamento inter-racial.

O capítulo termina definindo irradiação adaptativa e convergência adaptativa, bem como diferenciando homologia de analogia. Julgamos que seria mais adequado que

homologia e analogia fossem explicadas quando, anteriormente, foram apresentados órgãos homólogos, na página 1021.

3.7.3 Sobre o capítulo 46, tempo geológico e evolução humana

Este capítulo trata de tempo geológico e da evolução humana relacionando-a com a evolução dos outros primatas. Começa com uma reflexão a respeito se somos mesmo “evoluídos”, numa aparente tentativa de quebrar o antropocentrismo inerente à nossa sociedade atual. Entretanto, a ênfase se dá na divisão do tempo geológico para depois se reportar à evolução humana. Também há um quadro com uma curiosidade sobre o efeito estufa na terra primitiva, o que pode despertar o interesse dos alunos.

Na página 1060, há uma tabela do tempo geológico e, na página seguinte, há a proposta do astrônomo Carl Sagan que apresenta os eventos importantes ocorridos na história geológica da Terra dentro do período de 1 ano, sendo 1º de janeiro o dia do Big Bang, 1º de dezembro a formação da atmosfera de oxigênio, e só no último dia os eventos relacionados à humanidade. Há outro breve quadro sobre a deriva continental e sobre extinções em massa. O livro é sucinto em relação ao tempo geológico, porém há um quadro sobre religião que merece destaque, com o seguinte apontamento:

O primeiro livro da Bíblia, o Gênesis, traz um relato poético sobre a História da Terra e da criação do homem por Deus sem nenhum objetivo científico. A palavra dia, traduzida do original hebraico yom, não significa necessariamente o dia de 24 horas, mas tem a ideia de “um período de tempo”, como em português, quando dizemos hoje em dia. (p.1063).

A seguir traz breves apontamentos sobre a origem dos primatas, os primeiros antropóides, os australopitecos, o Homo habilis, o Homo erectus e o Homo sapiens. Muito pouco é mencionado sobre os neandertais. O capítulo encerra-se com uma árvore filogenética mostrando as possíveis relações evolutivas das espécies humanas.

3.8 LIVRO DIDÁTICO DE 2016

O último livro analisado é o de Sônia Lopes e Sergio Rosso em três volumes, começando pelo volume 1 que contém a matéria sobre o início da vida na Terra: LOPES, Sônia. **Bio, volume 1 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.

3.8.1 Volume 1, Capítulo 7: das origens aos dias de hoje

O capítulo começa com imagem dos estromatólitos, uma estrutura que possui fósseis das primeiras formas de vida da Terra. Aqui parece que os autores optaram por focar nas imagens para despertar a curiosidade dos estudantes, procurando dar ênfase que a vida na Terra surgiu nos mares.

Neste capítulo, assim como em outros livros, há a descrição do conflito entre abiogênese versus biogênese. O livro então descreve os experimentos de Redi, a disputa entre os experimentos de Needham e Spallanzani, sendo Needham favorável à teoria da geração espontânea e Spallanzani contrário a ela. Por fim, os experimentos de Pasteur, que acabaram por enterrar a teoria da geração espontânea.

Antes de começar a descrever os experimentos acima mencionados, os autores propõem ao professor que retome o que já foi estudado na unidade anterior sobre a metodologia científica.

Quanto à origem dos primeiros seres vivos, o livro apresenta a hipótese da panspermia, a hipótese da origem por evolução química e a hipótese mais recente, a origem por processos químicos nas fontes termais submarinas, que no livro de 1998 foi chamada de quimiolitotrofismo. O conteúdo sobre panspermia e evolução química é praticamente o mesmo apresentado em outros livros, citando experimentos e cientistas como Miller, Urey e Aleksander Ivanovich Oparin, os idealizadores da teoria da evolução química. O destaque deste livro é que a teoria das fontes termais submarinas é mais

detalhadamente explicada, inclusive mencionando experimentos relativamente recentes, in verbis:

Essa hipótese tem sido testada por experimentos realizados no laboratório do pesquisador Michael Russel, na Califórnia (EUA), desde 2009. Ele e seus colaboradores construíram um equipamento para recriar as condições de fontes hidrotermais. Em seus experimentos, eles têm conseguido obter moléculas orgânicas como aminoácidos e peptídios (protídios simples). Isso trouxe suporte à hipótese da origem da vida nas fontes termais submarinas. (p.153).

Quanto à origem dos procariontes, o livro é bastante ilustrativo no sentido de trazer diversas imagens de estromatólitos fósseis. Quanto à origem dos eucariontes, traz a hipótese de que teriam surgido pelo dobramento da membrana plasmática pelo aumento do tamanho da célula.

Uma novidade do livro é usar a matemática para levantar uma hipótese para as células eucarióticas terem muito mais membranas internas do que as células procarióticas; vemos como uma proposta de interação com outra disciplina. Em relação às células eucariontes, traz ainda explicação sobre o fenômeno da endossimbiose que resultou no surgimento das mitocôndrias e dos plastos, dentre os quais os cloroplastos.

No mesmo capítulo, aborda sobre o tempo geológico da Terra e a dinâmica da Terra e da vida ao longo do tempo. Este conteúdo, nos pareceu um tanto inadequado e acabou sendo tratado de forma superficial. Talvez se tivesse sido colocado junto com o conteúdo de evolução teria sido melhor aproveitado.

3.8.2 Volume 3, Capítulo 10: processos evolutivos

Seguiremos analisando o volume 3 da mesma obra que trata sobre evolução, intitulada: LOPES, Sônia. **Bio, volume 3 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.

Este livro é bastante ilustrado. Logo na introdução apresenta a imagem de um jacaré no rio cercado de diversos peixes, e afirma que a forma como o jacaré se impulsiona para capturar suas presas e a forma com os peixes nadam são semelhantes, então indaga de onde viriam essas semelhanças. Evidentemente os autores esperam que os alunos, ao estudarem a unidade, cheguem à conclusão que se trata de convergência evolutiva. O livro chega a mencionar criacionismo e fixismo mas sem fazer qualquer estudo do histórico a respeito.

Traz evidências da evolução, comentando cada uma delas, a saber: fósseis, homologias, órgãos vestigiais, dados moleculares e embriologia comparada. Além de definir o que são fósseis e como são formados com auxílio de ilustrações, traz exemplos de sítios paleontológicos brasileiros, como as pegadas de dinossauros no município de Souza/PA.

Em seguida, descreve o que são estruturas homólogas e estruturas análogas. O estudante perspicaz, neste ponto, deve-se lembrar da indagação do começo da unidade sobre a forma de locomoção dos peixes e do jacaré, então refletir se se trata de estruturas análogas ou homólogas. As outras evidências da evolução são mencionadas de forma superficial.

No tocante às teorias evolutivas, são destacadas as de Lamarck, de Darwin-Wallace e a teoria sintética da evolução. A teoria de Lamarck é apresentada primeiro sendo dado o exemplo do aumento do pescoço da girafa. É interessante que o livro traz esse exemplo, porém oferece uma nova explicação para o crescimento do pescoço das girafas que não consta dos livros anteriores, in verbis:

Hoje se sabe, no entanto, que as girafas alimentam-se também de arbustos, e o longo pescoço parece se relacionar com a disputa “a pescoçadas” dos machos pelas fêmeas e também ao fato de propiciar que enxerguem seus predadores a distância, como uma torre de observação. (p.244).

Quanto ao darwinismo, apresenta a viagem de Charles Darwin ao redor do mundo no H.M.S. Beagle, as descobertas dos tentilhões e jabutis nas ilhas galápagos, e a

influência que o economista Thomas Malthus teve na construção do trabalho de Darwin. Porém, não esquece de destacar o coautor da teoria da seleção natural, Alfred Russel Wallace (1823-1913), mas ressalta diferenças entre a teoria da evolução elaborada por Darwin e a elaborada por Wallace.

Apesar das semelhanças, há diferenças importantes entre as elaborações dos dois naturalistas: Wallace não formulou claramente a ideia de que a seleção natural é um processo populacional, considerando que a seleção atuava em uma diversidade de níveis de organização, mas sem a consistência com a qual Darwin pensava em seleção em outros níveis, sempre considerando a força da seleção ao nível dos organismos individuais; Wallace não se estabeleceu a ideia de que a seleção é um processo criativo, que favorece organismos que tenham mesmo que uma mínima vantagem em relação a outros organismos com os quais competem, o que leva mais claramente a uma visão da evolução como um processo criativo; por fim, Wallace não formulou a ideia de que as espécies dão origem a novas espécies por um processo dicotômico, o que leva à famosa metáfora da árvore, introduzida por Darwin. Nada disso, é claro, reduz a importância das realizações de Wallace. (p.246).

Ainda no tópico da teoria de Darwin-Wallace, o livro trata da seleção artificial e da seleção sexual. Neste ponto, os autores foram assertivos mencionando uma obra de Charles Darwin que não foi mencionada em outros livros, “A origem do homem e a seleção relacionada ao sexo”, publicada em 1871, na qual Darwin aborda a seleção sexual. Aqui neste tópico, os autores discorrem sobre as diferenças de seleção sexual quando o macho escolhe e quando a fêmea escolhe, algo não abordado em outros livros.

As ilustrações são elucidativas para os alunos entenderem a evolução e o parentesco que os seres vivos possuem. Por exemplo, na página 248, há uma ilustração de diversos vegetais que descendem da evolução de partes da planta conhecida como mostarda selvagem: o desenvolvimento da gema terminal gerou o repolho; o desenvolvimento da gema lateral gerou a couve de bruxelas. A evolução da flor da mostarda selvagem gerou a couve flor, das flores com os caules gerou o brócolis e a evolução das folhas gerou a couve. Por meio dessa ilustração, os alunos conseguem visualizar o poder da evolução também nos vegetais.

O último tópico abordado no capítulo é a teoria sintética da evolução, ou seja, a combinação da seleção natural darwiniana com conhecimentos de genética. Destaca que, segundo a síntese evolutiva, há fatores que atuam na população e influenciam na evolução, tais como mutação, recombinação gênica, migração, seleção natural e deriva genética. Em seguida, cada um desses fatores é explicado usando alguns exemplos como a anemia falciforme onde indivíduos heterozigotos portadores da doença genética são favorecidos pela presença da malária.

Uma forma que os autores encontraram de levar o aluno a refletir sobre esse tema foi indagar sobre a evolução das baleias e sobre a convergência evolutiva nas narinas dos cetáceos, do peixe-boi-da-amazônia e do jacaré-do-pantanal. Todos esses animais possuem narinas num ponto elevado do corpo pois isso facilita sua respiração que se dá através do oxigênio do ar atmosférico, apesar de serem animais aquáticos.

3.8.3 Volume 3, Capítulo 12: evolução humana

O capítulo inicia indagando se o aprimoramento da tecnologia humana criou problemas. O livro não menciona quais problemas seriam esses, portanto fica em aberto para o aluno, de acordo com sua formação, identificar quais os problemas saltam aos olhos no tempo em que vivemos.

Na sequência, analisa o grau de parentesco que os humanos têm com outros primatas, descrevendo prossímios e antropóides, ressaltando que “estudos mostraram que os primeiros ancestrais da espécie humana surgiram na África entre 7 e 6 milhões de anos atrás” (p. 273). Trata-se do fóssil que foi chamado de *Sahelanthropus tchadensis*, encontrado no Chade. Notamos que o livro está bem atualizado nessas descobertas paleontológicas, pois outros livros consideravam o *Australopithecus afarensis* como a espécie ancestral mais antiga dos humanos.

Na página 274, há uma linha do tempo mostrando a irradiação adaptativa dos homínídeos e australoptecíneos. Assim, o estudante consegue visualizar que diferentes espécies conviveram em tempos diferentes.

O livro descreve resumidamente as características dos demais hominídeos e australoptecíneos. Os neandertais são descritos como sendo “os primeiros hominídeos a enterrar seus mortos, provavelmente realizando rituais” (p.277). O *Homo sapiens* é descrito como tendo surgido entre 150 a 200 mil anos atrás, entretanto os autores colocam que o comportamento assemelhava-se ao dos neandertais e só cerca de 45 mil anos atrás é que há registro do surgimento de comportamentos criativos e investigativos.

Descreve também o comportamento de outros primatas semelhantes ao humano, como no caso dos macacos *Cebus* e *Sapajus* que utilizam ferramentas de pedras para ter acesso ao seu alimento.

O capítulo encerra-se com uma reflexão sobre nossa responsabilidade ambiental e os esforços da bióloga Neiva Guedes para salvar a arara-azul, protegendo os filhos e fazendo trabalho de conscientização ambiental com os fazendeiros que convivem no habitat das araras.

4 VIDA E EVOLUÇÃO EM ANÁLISE

Conforme citado no início, essa parte será dividida em 3 frentes de análise. Quanto ao conteúdo sobre origem da vida, sobre evolução e seleção natural, bem como a distribuição dos conteúdos ao longo dos livros.

4.1 ANÁLISE QUANTO AO CONTEÚDO SOBRE A ORIGEM DA VIDA

O tema origem da vida é interessante para averiguar a diferença entre os livros. Neste quesito, o livro de 1941 faz uma profunda reflexão sobre o que seria a vida, porém não aborda qual seria sua origem. De fato, os livros mais antigos não abordam teorias sobre como a vida começou ou trazem de modo superficial, preferindo tratar filosoficamente sobre o que seria vida.

O livro de 1935 segue nessa linha dedicando 7 páginas do capítulo V para filosofar sobre o que seria vida e quais as características dos organismos vivos, e apenas no final do capítulo traz teorias sobre a origem da vida. Como não havia experimentos na época para testar a hipótese de evolução química, como o experimento de Miller-Urey de 1953, o livro traz hipóteses de pensamento filosófico sobre a origem da vida. Entre os filósofos que cogitaram possibilidades para a origem da vida na terra, o livro cita Pflueger, Troland, Osborn, e ainda cogita a possibilidade da panspermia, a origem extraterrestre para a vida na Terra.

Diferentemente, o livro didático de 1965 traz um estudo bastante aprofundado do tema origem da vida nos capítulos 4, 5 e 6. Este livro foi bem mais detalhista que os demais na questão sobre a origem da vida, trazendo inclusive textos traduzidos para o português dos cientistas que estavam estudando a teoria da biogênese e da abiogênese. Enquanto outros livros abordam apenas a experiência de Louis Pasteur, este de 1965 traz os experimentos de Redi, Van Helmont, Spallanzani e Needham, cientistas que também se debruçaram em tentar desvendar a origem da vida na biogênese e na abiogênese. No final de cada subcapítulo, o livro traz um resumo, como este:

Vamos rever rapidamente a posição da abiogênese até o século XIX. A experiência engenhosa de Redi contestou a ideia da geração espontânea, pois, ao contrário de Van Helmont, Redi apresentou uma experiência bem controlada que serviu de base para a teoria da abiogênese – toda vida aparece de uma forma viva pré-existente. Com o aperfeiçoamento do microscópio simples, porém, as bactérias e pequenos animais que estavam sendo vistos pela primeira vez, deram nova força às ideias de geração espontânea. Apesar das experiências cuidadosas de Spallanzani, o trabalho de Needham, apoiando a abiogênese, foi mais largamente aceito. (p.60)

Ao explicar a experiência de Louis Pasteur, o livro de 1965 é consideravelmente mais didático do que os demais livros, até mesmo do que os livros atuais. Outros livros descrevem o experimento de Pasteur apenas mas não explicam detalhadamente por que esse experimento é mais relevante para provar a biogênese do que outros experimentos como o de Redi; neste ponto o livro de 1965 é detalhista e provavelmente não deixará dúvidas ao aluno leitor.

Ainda no mesmo capítulo 4, este livro aborda as hipóteses sobre a origem da vida na Terra, comentando acerca da possibilidade de vida extraterrestre, hipótese autotrófica e hipótese heterotrófica. Na época em que o livro foi escrito, ano de 1965, a hipótese autotrófica encontrava pouca sustentação posto que o quimiolitotrofismo ainda não havia sido descoberto nas profundidades dos oceanos. Então no capítulo seguinte, capítulo 5, o livro detalha mais profundamente a hipótese heterotrófica para origem da vida.

Este livro de 1965 já descreve a hipótese de formação da Terra conhecida como “acreação”, algo que não é descrito em outros livros. Ao abordar a formação dos aminoácidos na Terra primitiva e a formação de proteínas precursoras dos primeiros seres heterótrofos, tem a vantagem de fazer relação com a bioquímica, coisa que não ocorre em livros mais recentes.

O livro didático da década de 1970, ao falar sobre a origem da vida traz uma profunda reflexão filosófica sobre o que é vida, expondo o pensamento de diversos

filósofos sobre quatro teorias: mecanicismo, organicismo, vitalismo e animismo ou espiritualismo. Menciona filósofos famosos que supostamente adotavam cada uma dessas correntes, por exemplo Descartes (1596-1679) que é citado como defensor do mecanicismo. Neste ponto, o livro diferencia-se tanto dos mais antigos quanto dos mais modernos, começa com uma reflexão filosófica sobre o conceito de vida, para só depois adentrar em teorias sobre a origem da vida.

Quanto à origem da vida, menciona a teoria da geração espontânea ou da autobiogênese (termo utilizado na página 16) e a teoria da origem extraterrena ou panspermismo. Entretanto, descarta essas explicações e não fornece qualquer outra explicação para a origem da vida na Terra, apenas reconhece que a vida começou no mar.

O livro didático de 1988 não pode ser avaliado pois o tema “origem da vida” estava na versão de capa azul e não tivemos acesso a ele, somente analisamos o de capa verde que contém o tema “evolução”.

Já o livro de 1998 traz detalhes sobre os primeiros seres vivos no tocante aos mesmos serem heterótrofos ou autótrofos. Aponta que a hipótese heterotrófica sempre foi considerada mais provável porque o metabolismo autotrófico, em geral feito por fotossíntese, sempre foi mais complexo, então era natural pressupor que os heterótrofos foram os primeiros. Entretanto, menciona que evidências recentes apontam para a hipótese autotrófica: a descoberta de bactérias primitivas que vivem em ambientes inóspitos, fendas submarinas de alta profundidade, e, longe da luz do sol, obtém energia a partir de reações inorgânicas simples. Tais bactérias foram denominadas como sendo quimiolitotóxicas porque fazem uso da energia liberada pelas reações dos componentes inorgânicos da crosta terrestre, ao invés da energia do sol, e assim sintetizam as moléculas orgânicas que são seu alimento. Os mecanismos de obtenção de energia desses seres são bem mais simples que os utilizados por outras bactérias. Então os primeiros seres vivos seriam bactérias quimiolitotóxicas; em seguida, teriam surgido as bactérias fermentadoras heterotóxicas, e as bactérias respiradoras heterotóxicas teriam surgido por último.

Esses debates complexos sobre a origem da vida na Terra vieram como novidade neste livro de 1998. Já os livros mais recentes pouco abordam se os primeiros seres vivos

eram autótrofos ou heterótrofos. Alguns, que discorrem sobre o tema, detalham mais a teoria heterotrófica e deixam a teoria quimiolitoautotrófica apenas como uma nota de rodapé, por exemplo o livro de 2008. Nele, a hipótese heterotrófica é a mais provável porque a abundância de alimento orgânico nos mares primitivos favorecia o hábito heterotrófico, de forma que seria fácil para a protovida absorver o alimento necessário a partir do caldo que a circundava no mar primitivo.

O livro didático de 2016 traz um conteúdo bastante rico acerca do tema “origem da vida”, abordado da página 145 até a página 167 do volume 1. Possui diversos subcapítulos relevantes para os alunos compreenderem a evolução da vida que nos levou à diversidade no planeta, tais como: a dinâmica da vida e da terra ao longo do tempo, o surgimento dos multicelulares eucariontes, o surgimento dos primeiros eucariontes, o surgimento dos primeiros seres vivos, origens por processos químicos nas fontes termais submarinas, origem por evolução química, origem extraterrestre (panspermia), biogênese versus abiogênese.

Alerta os estudantes que houve muito mais pesquisadores debruçados sobre o tema origem da vida, além dos mencionados. Aproveita o experimento de Redi para demonstrar o método científico. Didaticamente, tenta ser mais interativo ao incentivar os alunos a formularem hipóteses para explicar o surgimento da vida de acordo com a abiogênese e com a biogênese.

Neste livro as teorias para o surgimento da vida ficam mais aprofundadas pois traz mais hipóteses do que os livros das décadas passadas. Destaca a hipótese da panspermia (origem extraterrestre), a hipótese da origem por evolução química, e a novidade que já fora pincelada em alguns livros de décadas anteriores: a origem por processos químicos nas fontes termais submarinas. Aproveita a proposta da panspermia para indagar sobre a possibilidade de haver vida em outros planetas. Um destaque é que a explicação sobre a origem por processos químicos nas fontes termais submarinas, que no livro de 1998 é denominada de hipótese quimiolitoautotrófica, vem com muito mais detalhes, inclusive descrevendo experiências relativamente recentes para testar a hipótese.

4.2 ANÁLISE QUANTO À EVOLUÇÃO E SELEÇÃO NATURAL

Os autores do livro de 1935 tratam sobre darwinismo e lamarckismo em diferentes pontos da obra, no capítulo XIV que está na parte III sobre genética mas também no capítulo XXVI que é sobre a biologia de Lineu a nossos dias, situada na parte V sobre a história da biologia. Essa parte V ainda possui um capítulo específico sobre “a evolução orgânica e sua explicação”. Portanto temos o conteúdo de evolução disperso ao longo deste livro.

Há uma grande mudança no livro de 1965 em relação ao livro de 1941, além do conteúdo ser mais extenso, o livro de 1965 tem ilustrações, desenhos, mapas e gráficos. Dentre as ilustrações estão a clássica figura da girafa para explicar a diferença entre a visão de Lamarck e a de Darwin acerca de como ocorre a evolução das espécies. Outras figuras incluem um desenho de Charles Darwin a bordo do Beagle analisando animais, um Glyptodonte comparado a um tatu, um porco selvagem comparado a um porco doméstico, um pombo selvagem comparado a outras variedades de pombos e as borboletas *Biston betularia* da Inglaterra durante a revolução industrial.

Já o livro de 1941 tem pouquíssimas ilustrações. No capítulo que discute lamarckismo e darwinismo, há apenas uma ilustração para retratar convergência evolutiva entre Peixe Selácio, Ictiosáurio e Delfim (é assim que o livro denomina tubarão, o réptil marinho extinto e o golfinho). O capítulo que trata de darwinismo e lamarckismo é relativamente pequeno, contudo não podemos dizer que o tema foi menosprezado; o que ocorre é que o livro aborda muitos assuntos diferentes da biologia e ligados à biologia. É natural que os capítulos sejam curtos considerando que o livro tem quarenta e dois capítulos.

O livro da década de 1970 menciona que inicialmente as teorias evolucionistas chocavam-se com as ideias religiosas, porém ressalta que já havia muitas personalidades religiosas que admitiam a teoria da evolução e consideravam o conflito inicial gerado por uma interpretação errônea dos textos bíblicos. Um dos destaques deste livro é trazer uma perspectiva do pensamento evolucionista desde a antiguidade, num texto conciso e no capítulo próprio do tema evolução. O livro anterior, de 1941, trouxe essa perspectiva

histórica quando faz uma biografia dos cientistas que estudaram a biologia, mas não no capítulo sobre evolução e seleção natural. O livro traz, como o primeiro evolucionista, Anaximandro de Mileto (547 a.C.) que já afirmava que os primeiros seres vivos teriam surgido nos oceanos e eram semelhantes a peixes e depois teriam avançado para a terra firme e evoluído dando origem ao homem. Raramente os livros citam o pensamento evolucionista da antiguidade.

Há muita semelhança na abordagem do tema “evolução” entre o livro de 1988 e o de 1998. Após uma breve introdução sem muita pretensão ambiciosa de despertar o interesse dos alunos, ambos os livros começam apresentando as evidências da evolução e seguem para discutir darwinismo versus lamarckismo. Uma das poucas diferenças é que as ilustrações do livro de 1988 são em preto e branco enquanto as do livro de 1998 são coloridas, mas até as ilustrações são semelhantes, como a ilustração da evolução do pescoço das girafas e do bicho dos tentilhões das ilhas Galápagos.

Os livros das décadas seguintes, livro de 2008 e de 2016, possuem uma abordagem mais interacionista, no sentido de que fazem maior esforço para cativar o interesse dos alunos. No livro de 2008 a evolução é apresentada no mesmo capítulo que a origem da vida, o que não ocorre em outros livros.

4.3 ANÁLISE QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DE CONTEÚDO

Outra análise é quanto à distribuição de conteúdo nos livros. Uma das características dos livros mais antigos, como mencionado na análise anterior, é o conteúdo apresentar-se disperso ao longo do livro, diferentemente dos livros mais recentes que colocam todo o conteúdo de evolução, por exemplo, em um mesmo capítulo ou unidade. Os livros de 1935 e 1941 têm menos organização no sentido de agrupar os conteúdos, o que poderia ser um fator de dificuldade para os estudantes.

O livro de 1988 aborda o tema “origem da vida” na unidade 1 denominada “a origem do material genético” uma entre várias unidades da parte I do livro, enquanto o tema “evolução” é o título de toda a parte II do livro. Uma característica que diferencia o livro de 1988 é que o tempo evolutivo e geológico é apresentado dentro do capítulo que

trata de darwinismo, coisa que não ocorre nos livros mais recentes, que preferem abrir um capítulo só para tratar do tempo geológico. O livro de 1998 aborda o tema “origem da vida” na unidade denominada “ecologia” no capítulo denominado “breve história das origens”, enquanto o tema “evolução” é toda a unidade VIII do livro.

Por outro lado, o livro didático de 2008 faz outra abordagem e entra nos temas “evolução” e “origem da vida” na mesma unidade que é denominada “Evolução”. No caso do livro de 2016, os temas “origem da vida” e “evolução”, são tratados em volumes diferentes, este no volume 3 e aquele no volume 1.

No tocante aos livros mais antigos, o livro de 1935 coloca os assuntos “origem da vida” e “evolução” na primeira unidade (o livro tem três unidades), porém há uma diferença em relação aos livros mais recentes: a seleção natural e o conflito entre darwinismo e lamarckismo são temas tratados antes do tema “origem da vida”.

O livro didático da década de 1970 trata dos temas “origem da vida” e “evolução” no capítulo I, denominado “generalidades”, junto a um subcapítulo tratando de conceitos e histórico da biologia. Os temas são colocados como sendo uma introdução à biologia. Essa abordagem é muito diferente da dos demais livros que colocam os temas em capítulos próprios, e em geral ao final do livro. Mesmo o livro de 1941, o qual analisaremos a seguir, não trata da origem da vida e da evolução como uma introdução à biologia.

Apesar do livro de 1941 ser um livro de noções ele traz vasta diversidade de conteúdo, mesmo com o conhecimento na época sendo mais limitado se compararmos com a tecnologia que temos hoje. Além de abordar praticamente todos os temas ligados à biologia, até mesmo bioquímica, ele traz a história da biologia nos últimos capítulos, percorrendo sobre a contribuição de cada cientista ou filósofo.

A forma de distribuição do conteúdo é uma grande diferença entre esse livro de 1941 e os livros atuais. Por exemplo, cientistas ligados à evolução, tais como Lineu, Lamarck, Darwin e Bateson têm suas contribuições listadas em ordem cronológica nos últimos capítulos. Essa visão global da história do pensamento biológico nenhum outro livro contemporâneo traz. Os livros atuais, quando mencionam alguma biografia de

cientista, a fazem no contexto do assunto que o cientista estudou. Por exemplo, no capítulo de evolução encontraremos algo sobre a vida de Wallace.

Um dos destaques deste livro de 1941, que o torna diferenciado em relação aos modernos, é justamente a visão global que ele proporciona. A parte em que melhor podemos observar isso são nos capítulos finais. Os capítulos XXXIX, XL e XLI são sobre a história da biologia e trazem uma grande contribuição para entendermos a evolução do pensamento biológico, o que tem reflexos diretos na construção que levaria à teoria da seleção natural. O capítulo XXXIX traz os primeiros a estudar a biologia, de Hipócrates até a Idade Média. O Capítulo XL traz estudiosos da Renascença até a época de Lineu. E o capítulo XLI traz a história de Lineu até nossos dias. O livro ressalta a principal contribuição de Lineu: a classificação dos seres da natureza, a sistemática.

Este livro reserva o capítulo final sobre a história da biologia para dedicar-se às grandes teorias da evolução e como o pensamento evolutivo surgiu na história da biologia. Esclarece que até metade do século XIX, apesar de algumas hipóteses isoladas de filósofos da antiguidade, as ideias de Georges Cuvier na crença da fixidez das espécies reinavam sem contestação na ciência e que até mesmo o pensamento de Lamarck teve pouca repercussão, pois a época não era propícia.

Em termos de descrever os pensadores que levaram à teoria da evolução e seleção natural, este livro de 1941 supera em muito os livros modernos. Não apenas Lamarck, Darwin e Wallace são citados, como costuma ocorrer nos livros contemporâneos. O livro cita: Geoffroy de Saint-Hilaire, Naegeli, Weismann, Bateson, De Vries, Daniel Rosa, Sergi, Rignano, entre outros. Assim, apresenta as teorias de diversos estudiosos nessa retrospectiva histórica, e conclui da seguinte forma:

“Nenhuma das teorias que acabamos de ver explica, por si só, a evolução: cada uma delas dá soluções parciais, deixando sem solução outros lados do problema. Cada um dos fatores apontados nas diversas teorias deve, certamente, desempenhar seu papel, e poderemos admitir que a evolução pode-se realizar por processos diferentes. As diversas teorias, que parecem em contradição, por serem muito exclusivas, completar-se-iam assim em harmoniosa colaboração. Em verdade, porém, o problema da evolução continua, até hoje, insolúvel.” (p.560).

Apesar da abrangência, o livro de 1941 provavelmente era mais difícil para os alunos manipularem pois a forma de distribuição do conteúdo é pouco didática. Os capítulos em si não tem títulos. O estudante precisa deduzir os assuntos pelos subcapítulos. Além disso, não possui muitas ilustrações, o que demanda uma maior capacidade de abstração para visualizar as descrições feitas pela autora.

Quanto aos livros mais recentes, do final do século XX e das últimas décadas, observamos esforço dos autores para organizar os conteúdos didaticamente, embora não haja um consenso entre eles. No livro de 1998, a origem da vida é tratada no capítulo 1 (breve história das origens) e o conteúdo sobre evolução é tratado em toda a unidade VIII que abrange os capítulos 27 e 28. No livro de 2008, tanto origem da vida quanto evolução biológica são tratadas no capítulo 44, intitulado “origem da vida e evolução biológica”. Contudo, não podemos afirmar que seja uma tendência contemporânea agrupar esses temas no mesmo capítulo ou unidade, porque o livro didático de 2016 trata origem da vida e evolução em volumes diferentes, sendo origem da vida tratada no volume 1 supostamente para o primeiro ano do ensino médio e evolução tratada no volume 3 para ser estudada no terceiro ano.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa teve como objetivo investigar nos livros didáticos de biologia como o conteúdo de evolução biológica apresenta-se ao longo dos anos, visando compreender também seus temas correlatos, como a história da vida na Terra, darwinismo, lamarckismo, outras teorias evolutivas, evolução humana e o histórico do tempo geológico da Terra. Para isso cada livro didático selecionado foi analisado em relação a tais temas.

Conforme apontamos, os livros mais antigos focaram mais na história dos cientistas ligados à evolução. O tema origem da vida na Terra sequer foi mencionado em alguns dos livros mais antigos, que se limitaram a definir o que seria vida. É certo que as pesquisas em relação à origem da vida eram muito incipientes no começo do século XX e a ciência ainda era muito ligada à questão da religião. De fato, nos primeiros livros, notamos uma tentativa do autor em conciliar as ideias religiosas com as descobertas científicas. Nos livros mais recentes, o tema religião passou a ser tratado de forma alegórica, como no livro de 2008 que usa até mesmo o afresco pintado por Michelangelo na Capela Sistina para reforçar ao estudante que a história criacionista é simbólica.

Didaticamente, podemos afirmar que houve um aperfeiçoamento dos livros muito grande em termos de atrair o estudante para o conhecimento científico. Tal mudança pode ser observada em vários elementos das obras didáticas. Os livros do início do século XX analisados não continham ilustrações, nem faziam qualquer indagação sobre a vida cotidiana que pudesse despertar o interesse no estudante pela pesquisa. Nos primeiros livros analisados, apenas o conhecimento era transmitido, sem maiores questionamentos. Apesar desta crítica poder ser anacrônica, considerando o contexto das décadas de 30 e 40 do século XX, em que a educação acontecia dentro de um modelo de valorização do conhecimento historicamente produzido e que o aluno era passivamente considerado, um elemento curioso que precisa ser observado é a linguagem destes livros, com certa tendência poética.

No tocante à metodologia de ensino, notamos que os livros mais antigos seguem a forma transmissiva, na qual o professor transmite o conhecimento unilateralmente, pois os livros não estimulam o aluno à reflexão ou à pesquisa por conta própria. Por outro lado, os livros mais recentes, particularmente os dois analisados do século XXI, procuram ter

uma abordagem mais interacionista com o estudante. Há uma troca entre o conhecimento que o estudante possui e o conhecimento que o autor do livro pretende compartilhar, o que serve até mesmo como estímulo à pesquisa. Um exemplo disso, está no último capítulo do livro de 2016, sobre evolução humana. Há uma figura de uma mulher segurando um livro com uma criança no colo, com um quadro ao lado escrito “pense nisso”. Nele há duas indagações: de que modo a imagem mostra transmissão de conhecimento e também quais outras formas de transmissão do conhecimento os estudantes citariam. Em seguida o livro ressalta quão importante a transmissão de conhecimento foi para a sobrevivência humana.

De acordo com a perspectiva de pesquisadores que também estudaram a evolução do ensino de biologia, “não basta afirmar a necessidade de adotar uma perspectiva histórica no ensino de biologia sem que os instrumentos, para que esta proposta seja levada a cabo de maneira satisfatória, sejam desenvolvidos.” (CARNEIRO e GASTAL, p.38)

Neste sentido, para que a biologia seja apresentada em novas perspectivas, é preciso repensar sempre a abordagem dos livros didáticos, e até mesmo a formação dos professores a fim de torná-los preparados para tirar o melhor proveito possível de quaisquer livros que forem adotados pelas escolas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Argus Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. **As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de biologia no Brasil**. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 3, p. 649-665, 2010.
- BATISTA, Irinéa de Lourdes; LUCAS, Lucken Bueno. **Contribuições axiológicas à educação científica: valores cognitivos e a seleção natural de Darwin**. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 201-216, 2013.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; GASTAL, Maria Luiza Gastal. **História e filosofia das ciências no ensino de biologia**. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.
- CARMO, Viviane Arruda; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo**. *Filosofia e História da Biologia*, v. 1, p. 335-350, 2006.
- NASCIMENTO, Fabrício; FERNANDES, Hylio Laganá; DE MENDONÇA, Viviane Melo. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais**. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, n.39, p. 225-249, set.2010 - ISSN: 1676-2584.
- SILVA, Mariane Tavares; SANTOS, Charles Morphy. **Uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin-Wallace à síntese estendida da Evolução**. *Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática* | v.11 (22) Jan-Jun 2015. p.46-61.
- FRACALANZA, H. **Ciência e livros didáticos**. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 12, n. 22, p. 138-147, 1985.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq. 1992. 646 p.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **A história da ciência e o ensino da biologia**. *Ciência e Ensino* – n. 5 – dezembro de 1998.
- WAIZBORT, Ricardo. **O progresso do homem brasileiro pelo mecanismo de seleção natural em Miranda Azevedo**. *scientiæ zudia*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 327-53, 2012.

Livros analisados listados cronologicamente

- x. LEITÃO, C. De Melo. **Curso Elementar de História Natural**. volume quarto biologia. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1935.
- xi. RIALVA, Rita Amil de. **Noções de Biologia Geral para o curso complementar e escolas normais**. 3ª edição. Rio de Janeiro: F. Briguiet & cia – editores, 1941.
- xii. **Biological Science – Molecules to Man (Blue Version)**. Houghton Mifflin Company: Boston, USA. Parte II traduzida e adaptada por KRASILCHIK, Myrian; CLEFFI, Norma Maria; DE MAGALHAES, Nícia Wendel. Impresso no Brasil em 1967.
- xiii. FREITAS, Orlando T. **Biologia para a escola moderna**. São Paulo: Instituto brasileiro de edições pedagógicas, s/d.
- xiv. LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho. **Bio livro verde, Biologia 2º**. Quarta edição. São Paulo: Saraiva, 1988.
- xv. AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 2ª edição revista. São Paulo: Moderna, 1998.
- xvi. UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. **Biologia volume único**. 3ª edição. São Paulo: HARBRA, 2008.
- xvii. LOPES, Sônia. **Bio, volume 1 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.
- xviii. LOPES, Sônia. **Bio, volume 3 / Sônia Lopes, Sergio Rosso**. 3. ed. – São Paulo : Saraiva, 2016.

Endereço para acessar CV de Henrique Cesar Flores Kloeckner:

<http://lattes.cnpq.br/2511738784954893>

Última atualização do currículo em 17/04/2019